
DIPLOMARBEIT

Herr Ing.
Florian Heiter

**Wirtschaftlichkeit von Gas-
druckregelanlagen (Industrie-
kunden) bei Neubau bzw.
Umbau und Adaptierung**

Mittweida, 2013

Wirtschaftsingenieurwesen

DIPLOMARBEIT

Wirtschaftlichkeit von Gas- druckregelanlagen (Industrie- kunden) bei Neubau bzw. Um- bau und Adaptierung

Autor:

Herr Ing. Florian Heiter

Studiengang:

Wirtschaftsingenieurwesen

Seminargruppe:

KW09w2WA

Erstprüfer:

Prof. Dr. rer.pol. Andreas Hollidt

Zweitprüfer:

Prof. Dr.rer.oec. Johannes N. Stelling

Einreichung:

Mittweida, 29.07.2013

Verteidigung/Bewertung:
Wolfsberg, 2013

Bibliografische Beschreibung:

Heiter, Florian:

Wirtschaftlichkeit von Gasdruckregelanlagen (Industriekunden) bei Neubau bzw. Umbau und Adaptierung – 2013. – 66 S.

Weiz, Hochschule Mittweida, Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen, Diplomarbeit, 2013

III. DANKSAGUNG

Ich möchte mich auf diesem Wege bei meinem Vorgesetzten Hr. DI Klaus Neumann, Hr. Ing. Manfred Rossegger und Hr. Roland Mühlbacher bedanken, die es mir ermöglicht haben dieses Studium zu absolvieren und mir den nötigen Freiraum gelassen haben.

Weiters möchte ich mich bei meinen Eltern und meinen Brüdern bedanken die mich schon mein ganzes Leben begleiten und mir immer mit Rat und Tat zur Seite stehen.

Auch bei meinen Schwiegereltern möchte ich mich bedanken, denn sie hatten während der gesamten zwei Jahre „verschärften“ Kinderdienst.

Den größten Dank aber möchte ich meiner Frau Kathrin und meinen beiden Söhnen Felix und Paul aussprechen. Sie haben mich die ganze Zeit während meines Studiums unterstützt und sehr viel Verständnis dafür aufgebracht, dass ich in diesem Zeitraum wenig Zeit für sie hatte.

IV. EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich, dass die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst wurde und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt worden sind. Wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Bruck/Mur, 26.Juli 2013

INHALTSVERZEICHNIS

Bibliografische Beschreibung:	II
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	1
1.3 Vorgehen	2
2 Erdgas	3
2.1 Entstehung	3
2.2 Gewinnung	4
2.3 Eigenschaften und Zusammensetzung	5
2.4 Erdgas – Luft – Gemische	6
2.5 Gefahrengrenzen	8
2.6 Vorkommnisse und Reserven	8
2.7 Erdgasversorgung Österreich	10
2.8 Erdgasversorgung Steiermark	11
2.9 Verteilung	12
3. Gasdruckregelanlagen	13
3.1 Allgemein	13
3.1.1 Aufstellungsort	13
3.1.2 Filterung	14
3.1.3 Absperrung der Anlage	14
3.1.4 Anordnung von Schweißmuffen	14
3.1.5 Kennzeichnung	14
3.1.6 Überwachung	14
3.2 Aufbau GDRA mit Eingangsdrücken > 70mbar < 1bar	15
3.3 Aufbau GDRA mit Eingangsdrücken > 1bar < 5bar	15

3.4 Fließschema und Komponenten	15
3.5 Vorwärmer	16
3.5.1 Funktionsweise	16
3.5.2 Joule/Thomson – Effekt	17
3.6 Sicherheitsabsperrrventil	18
3.7 Regler	19
3.8 Drehkolbengaszähler	20
4. Berechnungen der Fließgeschwindigkeiten (Nenndurchmesser)	21
4.1 Mitteldruckstationen	21
4.1.1 Leistung (Menge) 500 Nm ³ /h	21
4.1.2 Leistung (Menge) 1000 Nm ³ /h	22
4.1.3 Leistung (Menge) 1500 Nm ³ /h	23
4.1.4 Leistung (Menge) 2000 Nm ³ /h	24
4.1.5 Leistung (Menge) 2500 Nm ³ /h	25
4.1.6 Leistung (Menge) 3000 Nm ³ /h	26
4.1.6 Leistung (Menge) 5000 Nm ³ /h	27
4.2 Niederdruckstationen	28
4.2.1 Leistung (Menge) 500 Nm ³ /h	28
4.2.2 Leistung (Menge) 1000 Nm ³ /h	29
4.2.3 Leistung (Menge) 1500 Nm ³ /h	30
4.2.4 Leistung (Menge) 2000 Nm ³ /h	31
4.2.5 Leistung (Menge) 2500 Nm ³ /h	32
4.2.5 Leistung (Menge) 3000 Nm ³ /h	33
4.2.7 Leistung (Menge) 5000 Nm ³ /h	34
5. Leistungsverzeichnisse der zu vergleichbaren Stationen (Neubau)	35
5.1 Mitteldruck (Ausgangsdruck 3,2 bar)	35
5.1.1 Leistungsverzeichnis (500 – 1000Nm ³ /h)	35
5.1.2 Leistungsverzeichnis (1500 – 2000Nm ³ /h)	38
5.1.3 Leistungsverzeichnis (2500 – 3000Nm ³ /h)	41

5.1.4 Leistungsverzeichnis (3000 – 5000Nm ³ /h)	44
5.2 Niederdruck (Ausgangsdruck 0,08 bar).....	47
5.2.1 Leistungsverzeichnis (500 – 1000Nm ³ /h)	47
5.2.2 Leistungsverzeichnis (1500 – 2000Nm ³ /h)	49
5.2.3 Leistungsverzeichnis (2500 – 3000Nm ³ /h)	51
5. Zusammenfassung.....	55
Literaturverzeichnis	X

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1 - Offshore	4
Abb. 2 - Schadstoffemissionen	6
Abb. 3 - Erdgas – Luft Gemische	7
Abb. 4 - Vorkommen und Reserve	8
Abb. 5 - Erdgasleitungen Österreich.....	10
Abb. 6 - Das steirische Erdgasleitungsnetz	11
Abb. 7 - Verteilung der Erdgaskunden.....	12
Abb. 8 - Fließschema einer Gasdruckregelanlage.....	15
Abb. 9 - Management-Kreislauf	16
Abb. 10 - Sicherheitsabblaseventil	18
Abb. 11 - Aufbau Gasdruckregler (Dival; Fa. Fiorentini)	19
Abb. 12 - Schematischer Aufbau eines Drehkolbengaszählers.....	20

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Gefahrengrenzen.....	8
------------------------------	---

1 EINLEITUNG

1.1 Problemstellung

Die Gasnetz Steiermark GesmbH ist zuständiger Netzbetreiber für die IGV – und OGV in der Steiermark und hat die Steirische Gas Wärme GmbH als Dienstleistungsunternehmen damit beauftragt Gasdruckregel – und/oder Messanlagen in diesem Bereich zu errichten. Da in den letzten drei Jahren einige Anlagen wegen Kapazitätsmangel umgerüstet werden mussten und damit hohe Kosten verbunden sind, will man sich anschauen ob es in naher Zukunft sinnvoller und vor allem wirtschaftlicher wäre, neue Stationen mit mehr Leistung zu errichten, oder ob es weiterhin besser ist bestehende Stationen umzurüsten bzw. zu adaptieren.

1.2 Zielsetzung

Da in den nächsten Jahren mit einem Zuwachs der heimischen Industrie gerechnet wird, ist es für die Energie Steiermark GesmbH wichtig zu wissen, welche Typen von Gasdruckregelanlagen zu errichten sind und ob es sich auszahlt ein Risiko einzugehen, Stationen zu bauen welche nie in diesem Ausmaß erforderlich sind. Das Ziel ist unter den vorgegebenen Anforderungen, Lösungsansätze zu kreieren um die wirtschaftlichste Lösung bei der Errichtung von Gasdruckregelanlagen zu finden. Dabei sind aber immer nur zwei verschiedene Leistungsstufen miteinander zu vergleichen. Vorgabe der Gasnetz Steiermark GesmbH ist es sich folgende Bereiche genau anzusehen.

- Mitteldruckstationen (3,2 bar)
 - Vergleich: 500Nm³/h - 1000Nm³/h
1500Nm³/h - 2000Nm³/h
2500Nm³/h – 3000Nm³/h
3000Nm³/h – 5000Nm³/h

- Niederdruckstationen (0,08 bar)
 - Vergleich: 500Nm³/h - 1000Nm³/h
1500Nm³/h - 2000Nm³/h
2500Nm³/h – 3000Nm³/h
3000Nm³/h – 5000Nm³/h

1.3 Vorgehen

Diese Arbeit beginnt mit der Einleitung und in dem Kapitel 2. wird allgemein über Erdgas geschrieben. Von der Entstehung bis hin zur Anwendung von Haushaltskunden und Industriekunden. Das Kapitel 3. befasst sich mit dem Aufbau, den rechtlichen und internen Anforderungen an den Bau von Gasdruckregelanlagen. Es unterscheiden sich hierbei zwei Druckstufen, Mitteldruck (3,2 bar Ausgangsdruck) und Niederdruck (0,07 bar Ausgangsdruck). Der Hauptteil dieser Diplomarbeit spiegelt sich in Kapitel 4. wieder, wo sich die Ergebnisse der Berechnungen wiederfinden. Die Diplomarbeit endet mit einem Schluss, wo sich die Ergebnisse der Berechnungen widerspiegeln.

2 ERDGAS

Eine bedeutende Rolle hat Erdgas bereits heute in der umweltbewussten Energieversorgung eingenommen. Es lässt sich komfortabel für die Warmwasserbereitung und fürs Heizen einsetzen. Ebenso in der Kälteproduktion sowie in der Stromerzeugung und als Kraftstoff ist Erdgas ein vertrauenswürdiger Energieträger. Volatilität ist die Schwachstelle erneuerbarer Energien. Damit ergeben sich hier zwei wesentliche Probleme, das eine ist der Mangel und zum zweiten der Überschuss. Bei akutem Energiebedarf können Gaskraftwerke relativ rasch eingesetzt werden und in wenigen Minuten ans Netz gehen.¹ Es gibt hier auch kleinere Gaskraftwerke wie z.B. das Kraftwerk SGT-800 von Siemens.² Aber diese Kraftwerke bringen nicht nur Vorteile mit sich, so sind die Errichtung – und Erhaltungskosten enorm hoch. Daraus folgt das im Moment die Kraftwerke aus dem Markt genommen werden müssen. Auf die Energieversorgung hat das massive Auswirkungen, so würde man in einem Jahr zum Beispiel ein Kraftwerk für drei Wochen benötigen, aber keines bekommen.³

Im Jahr 2010 wurden 23,8 Prozent des österreichischen Bruttoinlandsverbrauches an Energie durch Erdgas gedeckt. Hinter Erdöl liegt Erdgas damit an zweiter Stelle.

Der Hauptteil dieses Bedarfes an Erdgas wird durch Lieferungen aus Russland, Norwegen und Deutschland gedeckt.⁴

2.1 Entstehung

Die Entstehung des Erdgases begann schon vor ca. 300 Millionen Jahren. Abgestorbene Meeresorganismen sind in Schlamm eingebettet und unter anaeroben Bedingungen (ohne Sauerstoff) erfolgt die Umsetzung der organischen Substanzen durch Bakterien in Erdöl und Erdgas.⁵

¹ Zeitschrift der Österreichischen Vereinigung für das Gas – und Wasserfach, 3/2013

² Special, Energiegespräche Ossiach 2013

³ Österreichs Energie, Fachmagazin der österreichischen E-Wirtschaft

⁴ Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend

⁵ ÖVGW – Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach

2.2 Gewinnung

Eine der häufigsten Techniken um Erdgas zu gewinnen ist die Meeresbohrtechnik („Off – shore“). Die ersten Bohrungen wurden 1947 von den USA vorgenommen. Heutzutage werden fixe Bohrplattformen mit ausfahrbaren Beinen konstruiert und verwendet. Mit dieser Technologie können Wassertiefen von mehreren hundert Metern erreicht werden. Aber auch hier hat sich wie überall in der Technik einiges getan und es wurden sogenannte schwimmende Plattformen („Offshore – Drilling Units“) entwickelt und äußerst erfolgreich bei der Gewinnung von Erdgas eingesetzt. Hier ist es gelungen bis in 3000 Meter Wassertiefen vorzustoßen.⁶



Abb. 1 - Offshore

⁶ Winnacker, Küchler: Chemische Technik, Band 4, Energieträger, 5. Auflage, S. 13 ff

2.3 Eigenschaften und Zusammensetzung

Die wichtigsten Eigenschaften sind:

- farb- und geruchlos

In der Ortsgasversorgung wird aus Sicherheitsgründen dem Erdgas ein Geruchstoff beigemischt um dieses bei unkontrolliertem Austritt wahrnehmbar zu machen.

- ungiftig

Grundsätzlich ist Erdgas ungiftig, beim Ausströmen von Erdgas wird jedoch Atmungsluft verdrängt und es kann ab einer gewissen Konzentration zu Erstickungsgefahr kommen.

- leichter als Luft

Da das Erdgas leichter als Luft ist strömt es bei Austritt immer nach oben.

Zusammensetzung:

- 96 – 98% Methan
- 0,2 – 1,5% Ethan
- 0,1 – 0,3% Propan
- < 0,1% Butan
- < 1,0% CO₂, Stickstoff

Da Erdgas ein Naturprodukt ist hat es je nach Vorkommen und Lagerstätte eine unterschiedliche Zusammensetzung. Die wesentlichen Bestandteile leiten sich vom Hauptbestandteil Methan ab und ändern sich anhand der Zusammensetzung nur geringfügig.⁷

⁷ ÖVGW – Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach

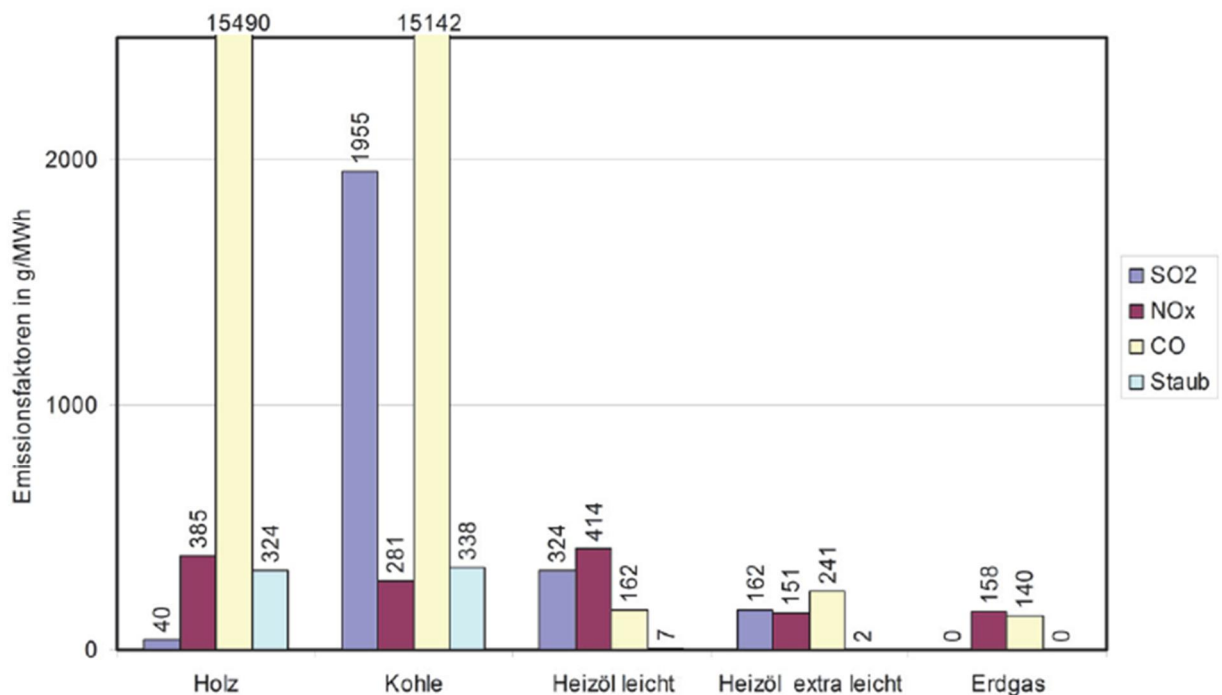
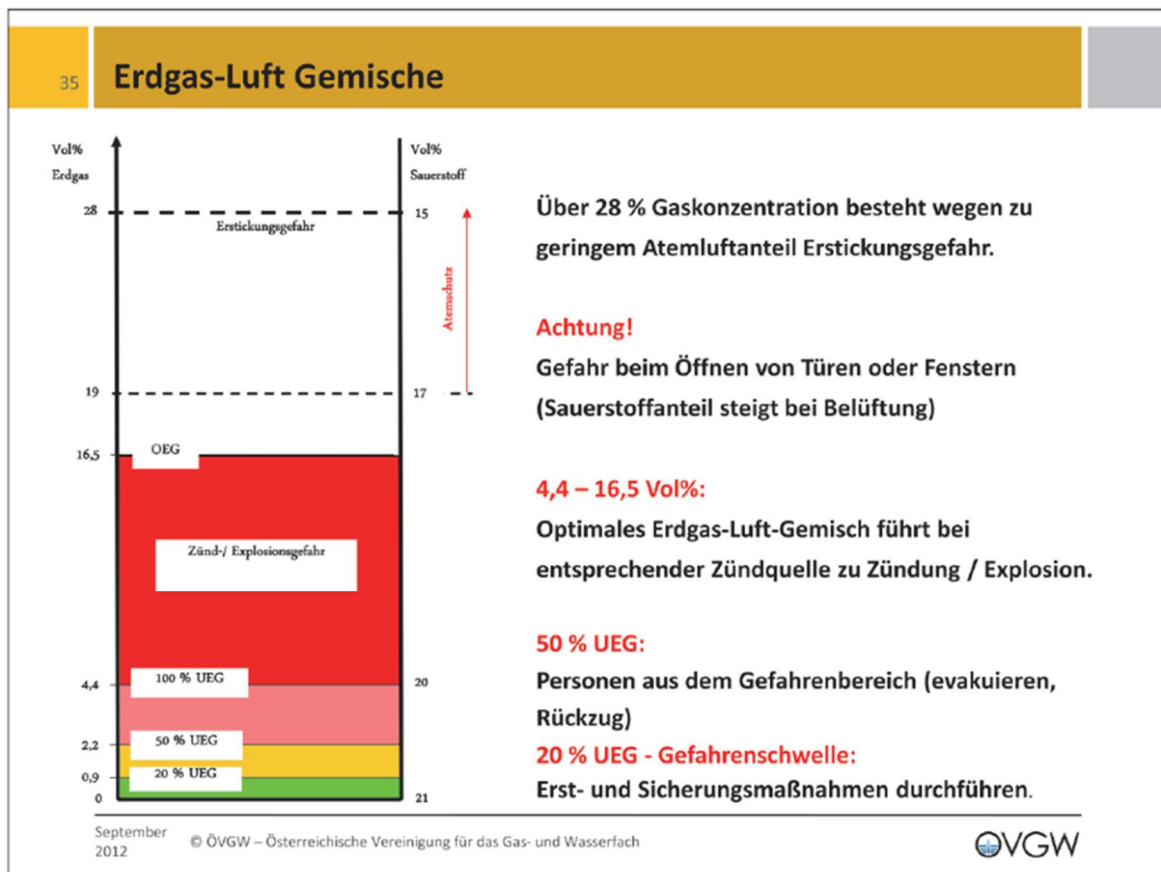


Abb. 2 - Schadstoffemissionen

2.4 Erdgas – Luft – Gemische

Für eine Verbrennung sind immer drei Faktoren ausschlaggebend. Brenngas und Sauerstoff im richtigen Mischungsverhältnis und eine Zündquelle. Wenn eines dieser Elemente fehlt so kann es zu keiner Verbrennung bzw. Explosion kommen. D.h. Brand – oder Explosionsgefahr kann immer dann ausgeschlossen werden, wenn entweder das Element Brennstoff oder das Element Zündquelle eliminiert werden. Bei Arbeiten unter Gas sind daher einige Grundregeln unbedingt zu beachten und einzuhalten. Dabei muss das Montagepersonal immer unterscheiden von:

- Arbeiten ohne Zündquellen z.B. Arbeiten an PVC – Leitungen
- Arbeiten im gasfreien Zustand z.B. Schweißen an Stahlleitung
- Sauerstoff ist an der Arbeitsstelle immer vorhanden.

Abb. 3 - Erdgas – Luft Gemische⁸

20 % - 50% UEG – Gefahrschwelle, ist jener Wert, bei dem das Gasspürgerät den ersten Alarm auslöst, denn ab diesem Gas/Luft Gemisch ist mit einer Gefahr zu rechnen.

4,4 Vol% - 16,5 Vol% - jener Bereich in dem das Gas/Luft Gemisch zündfähig ist. Hier ist absolute Vorsicht geboten.

Über 28 Vol% Gaskonzentration – in diesem Bereich kann es zu keiner Zündung mehr kommen, jedoch beginnt die Verdrängung des Luftsauerstoffes und kann zu Erstickung führen, es kann aber auch schon früher zu Atemnot kommen.

⁸ ÖVGW – Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach

2.5 Gefahrengrenzen

Erdgas [Vol %]	Propan [Vol %]	Butan [Vol %]	
0,9	0,4	0,3	Gefahreschwelle
2,2	1,1	0,75	Evakuierung
4,4	2,1	1,5	Untere Explosionsgrenze
16,5	9,5	8,5	Obere Explosionsgrenze
28	28	28	Erstickungsgefahr

Tab. 1 - Gefahrengrenzen

2.6 Vorkommnisse und Reserven

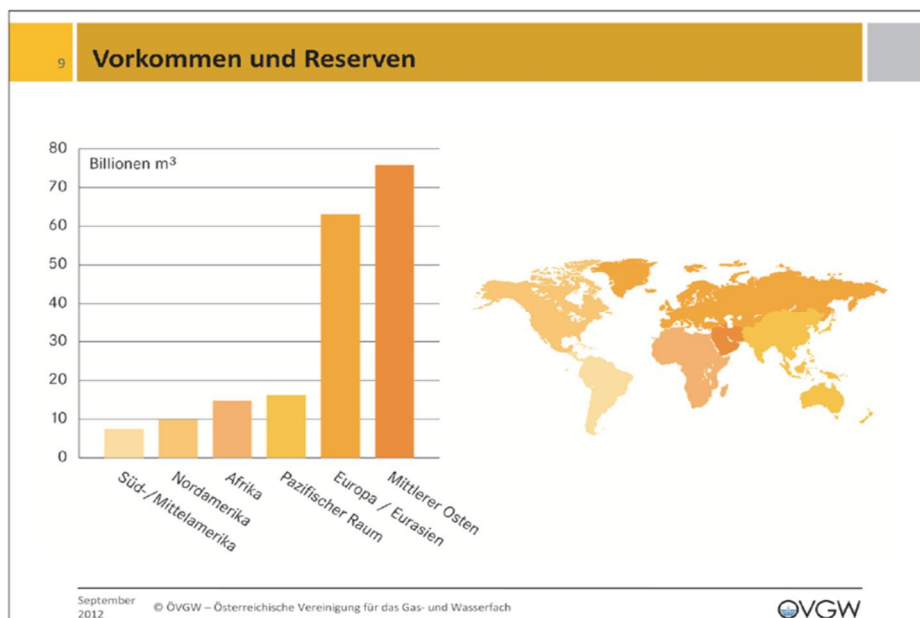


Abb. 4 - Vorkommen und Reserve⁹

Durch die heute bekannten Technologien zur Erdgasgewinnung können die wirtschaftlich förderbaren Erdgasreserven den Bedarf für die nächsten 90 Jahre decken. Man schätzt aber durch die ständige Verbesserung der Auffindungsmethoden kann mehr Erdgas gefunden werden als verbraucht. Daher wird angenommen, dass die weltweiten Erdgasressourcen größer sind und eine Sicherheit für die nächsten 190 Jahre besteht. Neben den uns bekannten Lagerungsstätten

⁹ÖVGW – Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach

sind aber auch noch andere unkonventionelle vertreten. (z.B. Erdgashydratan-sammlungen am Meeresboden). Dies sind feste, schneeartige Verbindungen zwischen Erdgas und Wasser, die in Permafrostgebieten und in der Tiefsee vorkommen. Man kann davon ausgehen, dass Erdgashydrate ab Mitte dieses Jahrhunderts einen stark wachsenden Beitrag zur Erdgasversorgung beitragen wird. Kann nur ein Bruchteil der Hydratlagerstätten genutzt werden, stellt sich schon eine völlig neue Ressourcensituation dar.¹⁰

¹⁰ ÖVGW – Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach

2.7 Erdgasversorgung Österreich

Erdgasleitungen & Erdgaslagerstätten in Österreich

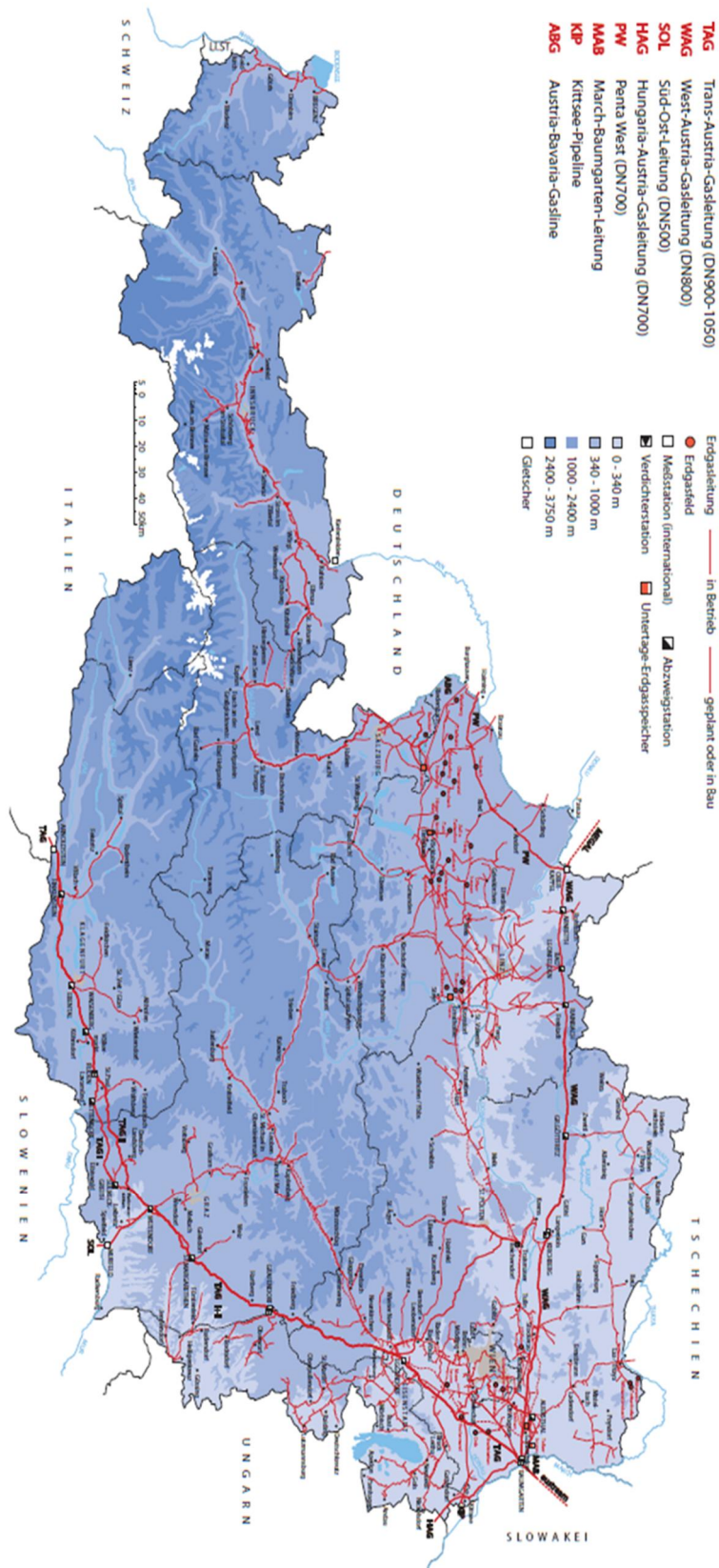


Abb. 5 – Erdgasleitungen Österreich

2.8 Erdgasversorgung Steiermark

Das steirische Erdgasleitungsnetz



Abb. 6 - Das steirische Erdgasleitungsnetz¹¹

In der Steiermark werden ca. 4000 Kilometer Leitungsnetz von der Gasnetz Steiermark betrieben. Sie sind daher ein wichtiger und bedeutender Infrastrukturgeber des Landes Steiermark, mit einer Vielzahl damit verbundenen Kompetenzen. Bis auf wenige Ausnahmen ist nahezu die gesamte Industrie in der Steiermark an dieses Verteilernetz gebunden. Damit auch weiterhin eine reibungslose Versorgung gewährleistet werden kann, wird an eine ständige Verdichtung des Netzes angedacht und im weitesten Sinne auch schon umgesetzt. Damit können die Kunden weiterhin in den vollen Genuss der Vorteile von Erdgas kommen.¹²

¹¹ Gasnetz, Steiermark

¹² Gasnetz, Steiermark

2.9 Verteilung

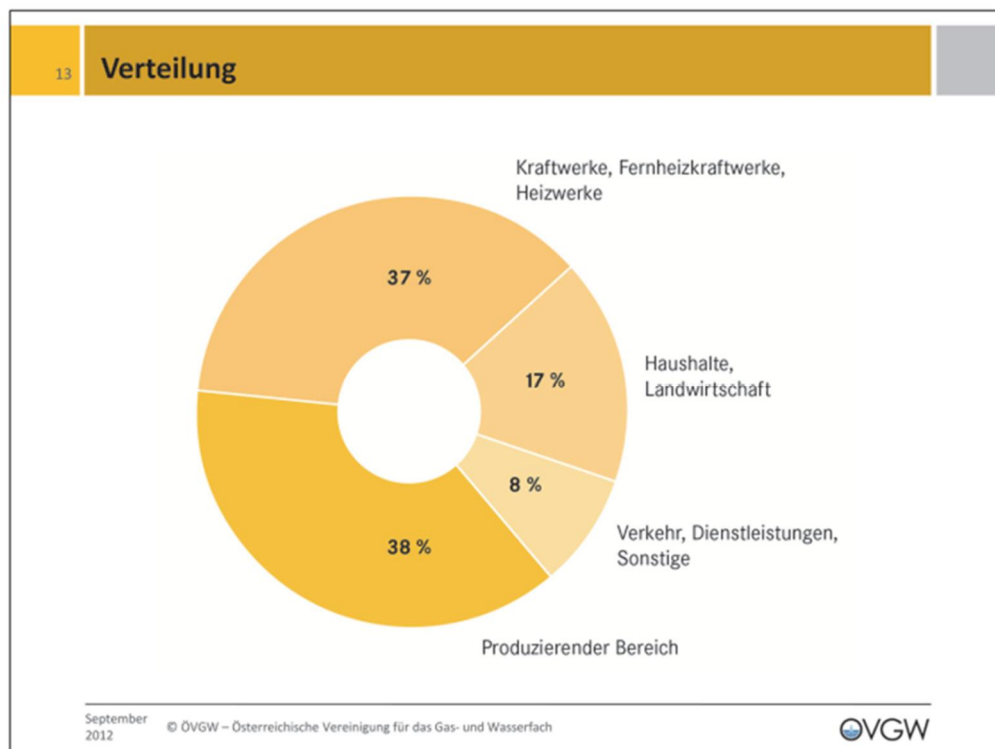


Abb. 7 - Verteilung der Erdgaskunden

3. GASDRUCKREGELANLAGEN

3.1 Allgemein

Für die Planung, Errichtung und den Betrieb von Gasdruckregel- und/oder Messanlagen sind grundsätzlich die geltenden ÖVGW Richtlinien anzuwenden. Weiters sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik und die geltenden behördlichen Vorschriften sowie die Vorgaben des Gasnetzbetreibers zu beachten. Die Gasdruckregel- und/oder Messanlagen sind gemäß der DGVO Kategorie I einzustufen (Druckgeräteverordnung entspricht der Druckgeräte Richtlinie 97/23/EG). Demzufolge hat der Bau und die Abnahme ausschließlich durch den Hersteller (Modul A) zu erfolgen. Die Station ist mit einer CE-Kennzeichnung zu versehen und die Dokumentation hat der Richtlinie zu entsprechen. Alle Ausrüstungsteile müssen der Kategorie IV entsprechen. Verwendete Armaturen bzw. Einbauteile müssen der DGVO entsprechen. Die dafür nötige Baugruppenbewertung ist vom Hersteller der Baugruppe durchzuführen.

Schweißarbeiten dürfen nur Betriebe mit einer Zulassung laut ÖNORM M 7812-1, Güteklasse 3 oder EN 729-1, Güteklasse 1 durchführen. Die Schweißer müssen über ein gültiges Schweißzeugnis nach ÖNORM EN287-1 verfügen.¹³

3.1.1 Aufstellungsort

Als Grundlage für den Aufstellungsort sind die fachbezogenen Normen und Richtlinien unter Berücksichtigung des technischen Standards der GSG anzuwenden (Regelgebäude bzw. Regelräume, Regelschränke, Nischen, usw.).

Für Anlagen mit einem Eingangsdruck > 100mbar gilt die ÖVGW Richtlinie G73/3 als Mindestanforderung. Folgende Mindestabstände der Umfasswände des Regelraumes sind einzuhalten:

- Von öffentlichen Straßenflächen (Fahrbahnrand) 3m
- Von bewohnten Gebäuden, brand und explosionsgefährdeten Anlagen 10m

¹³ Handbuch der Energie Steiermark GesmbH

- Bei eingeschossigen bewohnten Gebäuden darf der Abstand auf 5m reduziert werden
- Sowie Bahngleisen 12m.

3.1.2 Filterung

Bei möglichem Anfall von Gasbegleitstoffen in Form von Staub/Schmutz ist vor der Regeleinrichtung ein Filter (Kegelsieb) vorzusehen. Unabhängig davon muss beim Zählereingang (DKZ) ebenso ein Sieb angebracht werden. Weiters kann bei Bedarf seitens GSG die Installierung eines Abscheiders vorgegeben werden.

3.1.3 Absperrung der Anlage

Außerhalb des Regelraumes oder des Aufstellungsortes ist in der Ein- und Ausgangsleitung je eine Absperrarmatur einzubauen. Wenn aus strömungstechnischen Gründen keine sicherheitsgefährdeten Rückströmungen zu erwarten sind, kann die Absperrung in der Ausgangsleitung entfallen.

3.1.4 Anordnung von Schweißmuffen

Um eine eventuelle Ansammlung von Flüssigkeiten zu vermeiden, ist die Anbringung von Schweißmuffen an der Rohrunterseite nicht zulässig.

3.1.5 Kennzeichnung

Eine Kennzeichnung und Zugänglichkeit sämtlicher Absperrungen, Armaturen, Regel- und Messeinrichtungen sowie Sicherheitseinrichtungen müssen gewährleistet sein.

3.1.6 Überwachung

Die Gasdruckregelanlage ist Gemäß ÖVGW Richtlinie G78 zu überwachen und zu warten. Hierüber sind schriftliche Aufzeichnungen zu führen. Zur Überwachung der Anlagenfunktion sind Manometer im Ein – und Ausgangsbereich der Regelstrecke zu montieren. Vor jedem Manometer ist ein Absperrorgan vorzusehen.

3.2 Aufbau GDRA mit Eingansdrücken > 70mbar < 1bar

Eingangsdruckregler (mit Sicherheitsmembrane) und einem Sicherheitsabsperrentventil (SAV), oder ein Gasdruckregler (ohne Sicherheitsmembrane) mit einem Sicherheitsabsperrentventil (SAV) und einem Sicherheitsabblaseventil (SBV) für das Abblasen von Leckgasmengen.

3.3 Aufbau GDRA mit Eingangsdrücken > 1bar < 5bar

Eingangsdruckregler (mit Sicherheitsmembrane) und einem Sicherheitsabsperrentventil (SAV), oder ein Gasdruckregler (ohne Sicherheitsmembrane) mit einem Sicherheitsabsperrentventil (SAV) und einem Sicherheitsabblaseventil (SBV) für das Abblasen von Leckgasmengen.

3.4 Fließschema und Komponenten

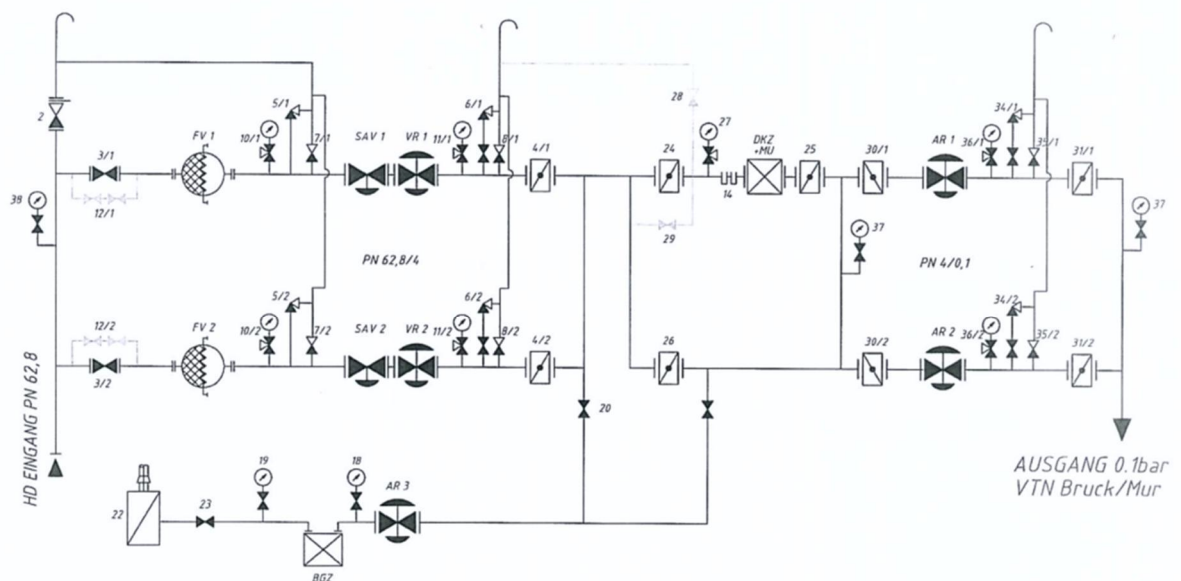


Abb. 8 - Fließschema einer Gasdruckregelanlage

In die HD Eingangsleitung wird mit 40 bar Erdgas eingespeist. Nach Eintritt in den Regelraum wird die Vordruckleitung auf zwei Regelstrecken, sowie auf eine Anfahr – bzw. Ausblaseleitung mit einer Verschleißarmatur verzweigt. In der Vordruckleitung befindet sich ein Manometer mit Absperrhahn und einem Ther-

mometer. Vor Eingang in die beiden Regelstrecken wird die Vordruckleitung reduziert. Die Regelstrecke besteht aus einem Absperrschieber, einem Erdgasfilter, einem Erdgasvorwärmer, einem Druckregler mit Sicherheitsabsperrventil, einem Schalldämpfer und einer Zwischenbauklappe. In der ersten Regelstrecke wird das Erdgas von 40 bar auf 3,2 bar reduziert weswegen auch dort der Vorwärmer situiert ist. Bei ND Stationen wird in der zweiten Regelstrecke auf mindestens 0,7bar Ausgangsdruck reduziert.

3.5 Vorwärmer

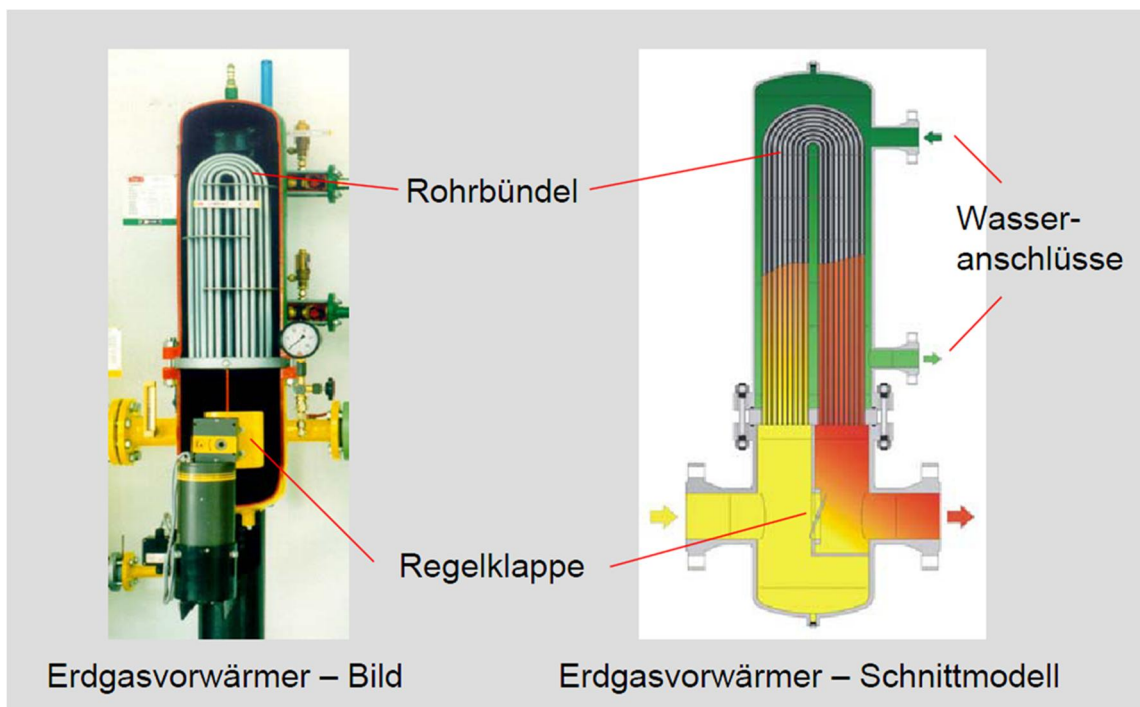


Abb. 9 - Management-Kreislauf

3.5.1 Funktionsweise

Zur Vermeidung von Funktionsstörungen im System in Folge des Abkühlungseffektes während der Druckreduzierung (Expansion) im Regelgerät, sind geeignete technische Einrichtungen vorzusehen.

Lösungen bieten Erdgasvorwärmer auf dem Prinzip von Wärmetauschern. Gas strömt dabei über durch Warmwasser erhitzte Rohrbündel und wird dabei soweit erwärmt, dass der nachfolgende Abkühlungseffekt ausgeglichen wird. Mit Beachtung auf allfällig erforderliche technische Einrichtungen zur Beimengung

von Geruchsstoffen (Odorierungsmittel) soll eine Temperatur von 10 °C nach der Druckregelung nicht unterschritten werden.

Erdgasvorwärmer sind unter Bedachtnahme auf den höchst zulässigen Betriebsdruck und die Auslegungsmenge auszuwählen. Je nach erforderlicher Wärmemenge können zur Erwärmung des Speisewassers Thermen oder Kesselanlagen erforderlich sein. Gegen unzulässige Drucküberschreitungen sind Sicherheitseinrichtungen im Gas- und Wasserteil vorzusehen.

3.5.2 Joule/Thomson – Effekt

James Prescott Joule und William Thomson (britische Physiker, arbeiteten ab 1852 an der Bestätigung thermodynamischer Theorien und dem Beweis, dass durch die thermische Arbeit, die während eines Expansionsprozesses zur Überwindung der molekularen Anziehungskräfte notwendig wird, Abkühlung eintritt (ca. 0,6 °C/bar Druckreduktion).

3.6 Sicherheitsabsperrventil

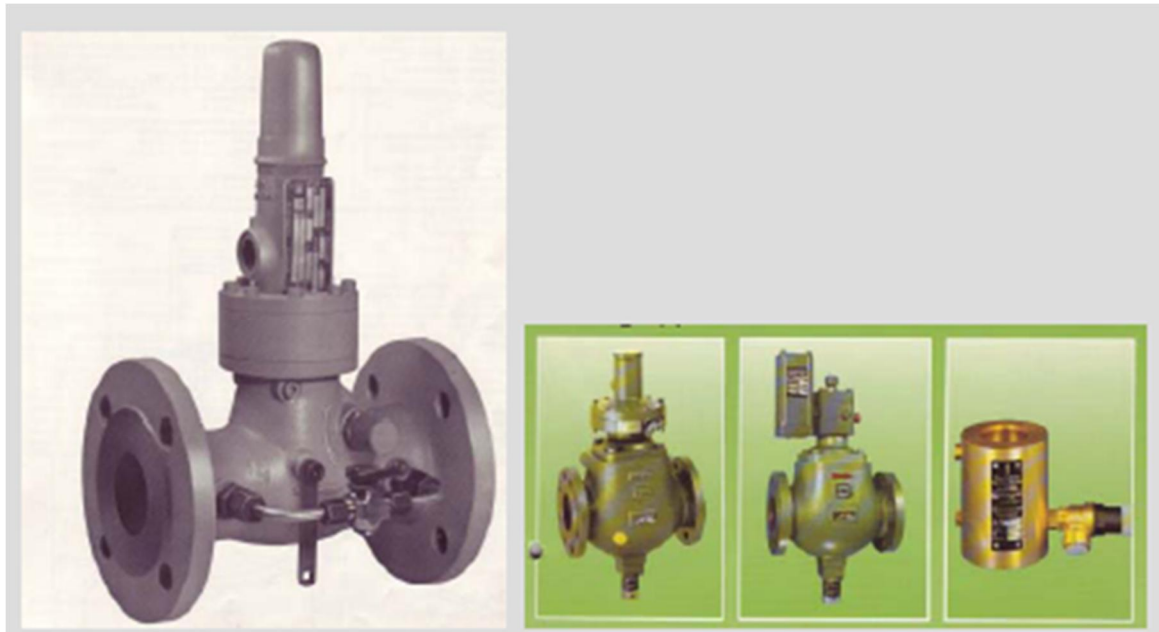


Abb. 10 - Sicherheitsabblaseventil

Druckabsicherung steht für ein System welches unabhängig von der Druckregelung sicherstellt, dass der Ausgangsdruck einen vorgegebenen und vor allem zulässigen Grenzwert nicht überschreiten darf. Ansprechtoleranzen sind zu berücksichtigen, diese sind meistens vom Hersteller vorgegeben. Neben weiteren Anforderungen betreffend des Einbaues legt die ÖVGW Richtlinie verschiedene Forderungen zur Druckabsicherung fest. Diese Forderungen sind von den verschiedenen Druckbereichen abhängig. So schreibt die Richtlinie folgende Forderungen fest:

- Ein selbstständig wirkendes SAV mit einem zusätzlichen Sicherheitsabblaseventil für Leckgasmengen
- Ein Sicherheitsabblaseventil ausgelegt auf die maximal mögliche Durchsatzleistung des Regelgerätes
- Ein Sicherheitsregler welcher im Normalbetrieb offen ist und zusätzlich ein SBV

3.7 Regler

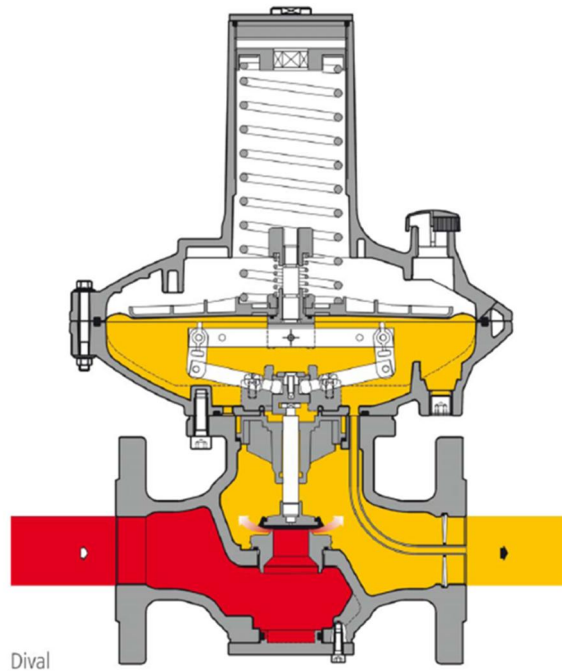


Abb. 11 - Aufbau Gasdruckregler (Dival; Fa. Fiorentini)¹⁴

Bei diesem Regler handelt es sich um ein direktwirkendes und federbelastetes fail open Gasdruckgerät mit einem Membranstellantrieb für Mittel – und Niederdruck. Der Regler soll den Eingangsdruck von 40 bar auf die geforderten 3,2 bar reduzieren. Zum Einstellen des genauen Druckes wird die Feder mittels Verstell-schraube am Kopf des Reglers eingestellt. So kann die Druckkraft auf die Memb-ran geändert werden.

¹⁴www.fiorentini.com

3.8 Drehkolbengaszähler

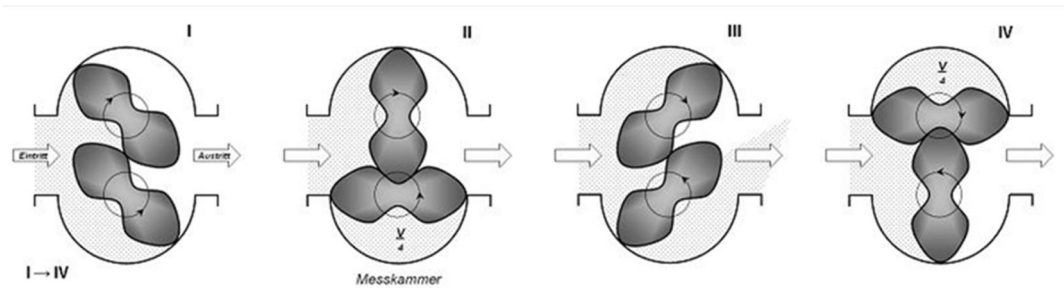


Abb. 12 - Schematischer Aufbau eines Drehkolbengaszählers¹⁵

Diese Zähler werden hauptsächlich im Industriebereich eingesetzt. Sie sind bewährte und ausgereifte Konstruktionen mit Messbereichen von 1:160. Als Nachteil dieser Zähler kann man eventuell die Anfälligkeit auf Schmutzpartikel sehen, welche zu einem leichten blockieren der Kolben führen kann. Weiters ist auch das Gewicht bei größeren Baureihen immer wieder ein wesentlicher Faktor, denn bei der Montage wird es bei größeren Zählern sehr komplex.¹⁶

¹⁵ Wikipedia

¹⁶ Günter Cerbe; Grundlagen der Gastechnik; Carl Hanser Verlag; München Wien 2004

4. Berechnungen der Fließgeschwindigkeiten (Nenndurchmesser)

4.1 Mitteldruckstationen

Bei dieser Berechnung wird der Nenndurchmesser der Rohre berechnet. Durch den Nenndurchmesser kann die Fließgeschwindigkeit berechnet werden, die bei den Mitteldruckstationen nicht größer als 16m/s betragen darf. Desweiteren spiegeln sich die Dimensionen dann im Leistungsverzeichnis unter Position 8.1 Montage der Gesamtanlage nieder.

4.1.1 Leistung (Menge) 500 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 4.2 \cdot \text{bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 80 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 2.908 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 127.221 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 7.031 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$d_i := 50 \text{ mm} \quad w = 17.998 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.1.2 Leistung (Menge) 1000 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 4.2 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 80 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 2.908 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 254.443 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 14.061 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.1.3 Leistung (Menge) 1500 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 1500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 4.2 \text{ bar} \quad T_{\text{gas}} := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 100 \text{ mm} \quad \frac{p \cdot T}{p_N} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 2.908 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 381.664 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A_{\text{gas}} := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 13.499 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.1.4 Leistung (Menge) 2000 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 2000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 4.2 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 150 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 2.908 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 508.885 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 7.999 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.1.5 Leistung (Menge) 2500 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 2500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 4.2 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 150 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 2.908 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 636.107 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 9.999 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.1.6 Leistung (Menge) 3000 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 3000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 4.2 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 150 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 2.908 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 763.328 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 11.999 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.1.6 Leistung (Menge) 5000 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 5000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 4.2 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 200 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 2.908 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 1.272 \times 10^3 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 11.249 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.2 Niederdruckstationen

Bei dieser Berechnung wird der Nenndurchmesser der Rohre berechnet. Durch den Nenndurchmesser kann die Fließgeschwindigkeit berechnet werden, die bei den Mitteldruckstationen nicht größer als 12m/s betragen darf. Der Druck beträgt hier nicht wie beim Mitteldruck 3,2 bar sondern nur 0,08 bar.

4.2.1 Leistung (Menge) 500 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 1.08 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 150 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 0.748 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 494.75 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 7.777 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.2.2 Leistung (Menge) 1000 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 1.08 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 200 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 0.748 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 989.499 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 8.749 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.2.3 Leistung (Menge) 1500 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 1500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 1.08 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_1 := 250 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 0.748 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 1.484 \times 10^3 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 8.399 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.2.4 Leistung (Menge) 2000 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 2000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 1.08 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 250 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 0.748 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 1.979 \times 10^3 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 11.199 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.2.5 Leistung (Menge) 2500 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 2500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 1.08 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 300 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 0.748 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 2.474 \times 10^3 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 9.721 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.2.5 Leistung (Menge) 3000 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 3000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 1.08 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 300 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 0.748 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 2.968 \times 10^3 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 11.665 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4.2.7 Leistung (Menge) 5000 Nm³/h

➤ Normzustand:

$$Q_N := 5000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad p_N := 1.013 \text{ bar} \quad T_N := (0 + 273) \cdot \text{K} \quad \rho_N := 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

➤ Gaszustand:

$$p := 1.08 \text{ bar} \quad T := (15 + 273) \cdot \text{K}$$

➤ Rohrgeometrie:

$$d_i := 400 \text{ mm} \quad \frac{\rho \cdot T}{p} = \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \quad \rho := \frac{\rho_N \cdot T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T}$$

$$Q_N \cdot \rho_N = Q \cdot \rho \quad Q := \frac{Q_N \cdot \rho_N}{\rho} \quad \rho = 0.748 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 4.947 \times 10^3 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad A := \frac{d_i^2 \cdot \pi}{4}$$

$$w := \frac{Q}{A} \quad w = 10.936 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

5. LEISTUNGSVERZEICHNISSE DER ZU VERGLEICHBAREN STATIONEN (NEUBAU)

5.1 Mitteldruck (Ausgangsdruck 3,2 bar)

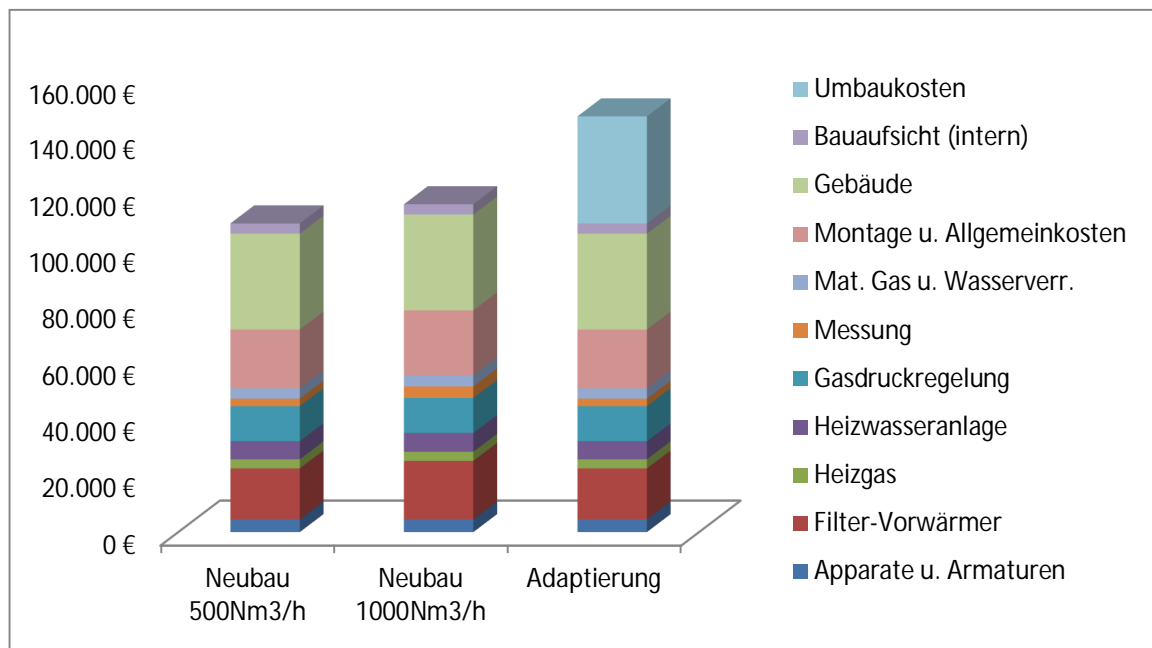
5.1.1 Leistungsverzeichnis (500 – 1000Nm³/h)

Leistungsverzeichnis Mitteldruckstationen zweischienig				
Pos.			500 Nm³/h	1000 Nm³/h
1	Apparate, Armaturen und Instrumente			
1.2	Kugelhahn 3", ANSI 600 RF	2	3400	3400
1.3	Kugelhahn 2", ANSI 600 RF	1	1137,5	1137,5
	Summe		4537,5	4537,5
2	Filter-Vorwärmer			
2.1	Filtervorwärmer 3" PN70/ANSI 600 RF, VF100/VF125	2	13000	15600
2.2	Zubehör Entleerung Boden	2	67	81
2.3	Zubehör Entleerung Haube	2	67	81
2.4	Zubehör Differenzdruckmessung	2	185	226
2.5	HD-Sicherheitsventil EO-15, PN70	2	55	55
2.6	Sicherheitsblaseventil 1"	2	55	55
2.7	Kugelhahn DN50, PN16	1	184,19	184,19
2.8	Blockkugelhähne DN25, PN100	2	43,75	43,75
2.9	Absperrklappe DN150/PN16 Fabr. Fiorentini	5	4039,75	4039,75
2.10	Blockkugelhähne DN13 PN100	9	37,5	37,5
2.11	Manometer 0-100 bar	3	65	65
2.12	Manometer 0-6 bar	3	45,5	45,5
2.13	Manometer 0-160 bar	2	59,8	59,8
2.14	Manometer-Absperrhahn	6	104	104
	Summe		18008,49	20677,49
3	Heizgas			
3.1	Heizgas-Gasdruckregler 1" Fiorentini FE25-L	2	3061,5	3061,5
3.2	Balgengaszähler RF1 G6 Einstutzenausführung	2	130	130
3.3	Einrohrzähler Anschlussset	2	21,25	21,25
3.4	Gaskugelhahn 1"	2	8,75	8,75
	Summe		3221,5	3221,5
4	Heizwasseranlage			
4.1	Gasheizkessel 18kW/24kW inkl. Regler	1	2465,68	2711,66
4.2	OPTION: Heizungsregler	0	630	645
4.3	Edelstahlkaminanlage	1	2243,75	2243,75
4.4	Kompaktkugelhahn DN50	5	143	143
4.5	Sicherheitsventil	2	42,9	42,9

4.6	Kessel-, Füll- und Entleerungshahn 1/2"	4	19,5	19,5
4.7	Ausdehnungsgefäß 25L und Wartungseinheit	1	85,8	85,8
4.8	Thermometer 0-120°C	3	7,8	7,8
4.9	Mano-Thermometer 0-3 bar, 0-120°C	2	52	52
4.10	Umwälzpumpe	1	369	369
4.11	Kompaktkugelhahn DN25	4	97,5	97,5
4.12	3-Wege-Mischer	1	201,5	201,5
	Summe		6358,43	6619,41
5	Gasdruckregelung			
5.1	Sicherheitsabsperrrventil SBC782, DN50	2	1546,33	1546,33
5.2	Regler Fior. Reflux DN50 PN70/4 2"	2	10624	10624
5.3	Sicherheitsabblaseventil VS/AM65TR 0,5-7,0 bar	2	221,13	221,13
	Summe		12391,46	12391,46
6	Messung	1		
6.1	Drehkolbenzähler G160/G250	1	2545	3875
6.2	Zählerpassstück		104	199
	Summe		2649	4074
7	Material Gas- und Wasserverrohrung	1	3665	3978
	Summe		3665	3978
8	MONTAGE, TRANSPORT,			
	INSGEMEIN- U. ALLGEMEINKOSTEN			
8.1	Montage der Gesamtanlage	1	10700,8	12832,6
8.2	Dichtheitsprüfung/Abnahme, Beistellung eines Fachingenieurs	1	2418	2418
8.3	TÜV-Kosten für Erstbetriebsprüfung bauseits	1	879,6	879,6
8.4	Röntgenprüfungen	1	904	904
8.5	Grundierung und Deckanstrich	1	4068	4068
8.6	Beschilderung, Kennzeichnung	1	505,5	505,5
8.7	Dokumentation (Rohrbruch, Prüfplan, Atteste, Protokolle, etc.)	1	1666,95	1666,95
	Summe		21142,85	23274,65
9	Gebäude		33829	33829
	Summe		33829	33829
10	Bauaufsicht (intern) 40h*90€		3600	3600
	Gesamt		109403,23	116203,01

➤ Berechnung der Umrüstkosten

Filtervorwärmer	€ 15.600.-
Gasheizkessel	€ 2711,66.-
Drehkolbenzähler G250	€ 3875. -
Interne Bauaufsicht (40h * 90€)	€ 3600.-
TÜV	€ 879,4.-
Röntgen	€ 904.-
Material u. Allgemeinkosten (Leistung extern, Material, usw.)	€ 10220,9.-
Gesamt	€ 37791.-



Berechnung der Mehrkosten in %

$$\frac{116203}{109403} * 100 = 106,22 \rightarrow \mathbf{6,22}$$

$$\frac{147193}{116203} * 100 = 126,66 \rightarrow \mathbf{26,66\%}$$

Bei der ersten Rechnung wurden die Mehrkosten der leistungstärkeren Anlage berechnet.

Die zweite Rechnung zeigt die Mehrkosten bei Bau einer leistungsschwachen Station und die damit Verbundenen Umrüstkosten bei Bedarf. Die € 147193.- resultieren aus den Kosten der leistungsschwachen Anlage € 109403 und den Umrüstkosten € 37791.-

Dieser Vorgang wiederholt sich bei allen weiterfolgenden Mehrkostenberechnungen in %.

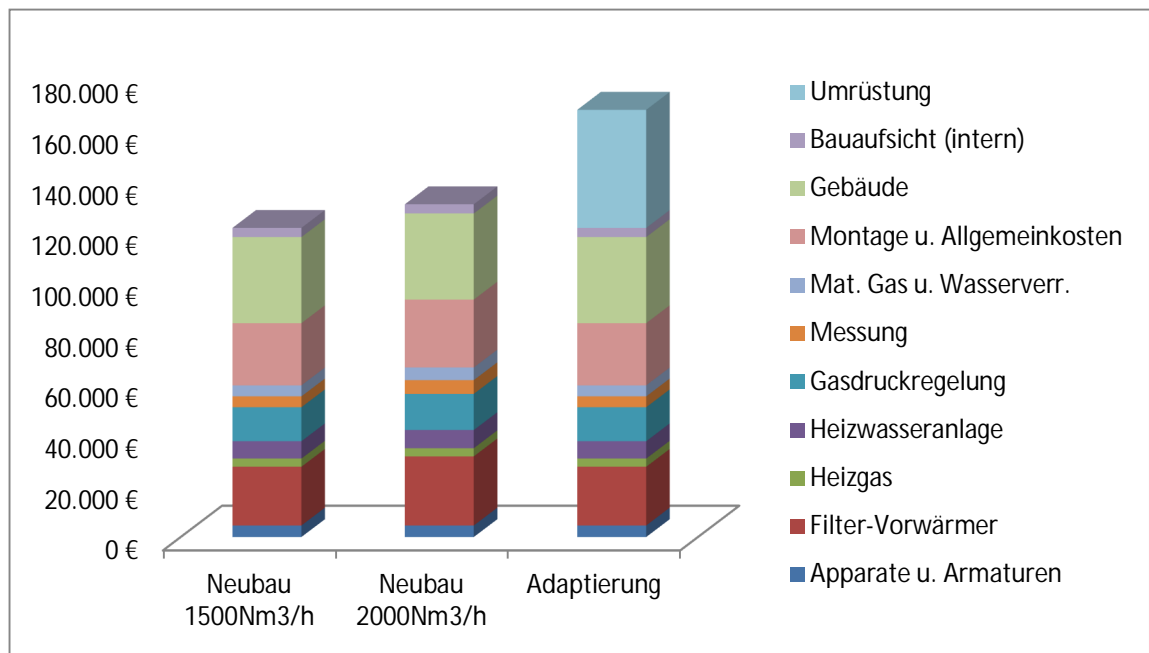
5.1.2 Leistungsverzeichnis (1500 – 2000Nm³/h)

Leistungsverzeichnis Mitteldruckstationen zweischienig				
Pos.			1500 Nm³/h	2000 Nm³/h
1	Apparate, Armaturen und Instrumente			
1.2	Kugelhahn 3", ANSI 600 RF	2	3400	3400
1.3	Kugelhahn 2", ANSI 600 RF	1	1137,5	1137,5
	Summe		4537,5	4537,5
2	Filter-Vorwärmer			
2.1	Filtervorwärmer 3" PN70/ANSI 600 RF, VF150/VF200	2	18000	22000
2.2	Zubehör Entleerung Boden	2	91	115
2.3	Zubehör Entleerung Haube	2	91	115
2.4	Zubehör Differenzdruckmessung	2	275	320
2.5	HD-Sicherheitsventil EO-15, PN70	2	55	55
2.6	Sicherheitsblaseventil 1"	2	55	55
2.7	Kugelhahn DN50, PN16	1	184,19	184,19
2.8	Blockkugelhähne DN25, PN100	2	43,75	43,75
2.9	Absperrklappe DN150/PN16 Fabr. Fiorentini	5	4039,75	4039,75
2.10	Blockkugelhähne DN13 PN100	9	37,5	37,5
2.11	Manometer 0-100 bar	3	65	65
2.12	Manometer 0-6 bar	3	45,5	45,5
2.13	Manometer 0-160 bar	2	59,8	59,8
2.14	Manometer-Absperrhahn	6	104	104
	Summe		23146,49	27239,49
3	Heizgas			
3.1	Heizgas-Gasdruckregler 1" Fiorentini FE25-L	2	3061,5	3061,5
3.2	Balgengaszähler RF1 G6 Einstützensausführung	2	130	130
3.3	Einrohrzähler Anschlusset	2	21,25	21,25
3.4	Gaskugelhahn 1"	2	8,75	8,75
	Summe		3221,5	3221,5
4	Heizwasseranlage			
4.1	Gasheizkessel 30kW/36kW	1	2909,62	3205,58
4.2	OPTION: Heizungsregler	0	668	689
4.3	Edelstahlkaminanlage	1	2243,75	2243,75
4.4	Kompaktkugelhahn DN50	5	143	143
4.5	Sicherheitsventil	2	42,9	42,9
4.6	Kessel-, Füll- und Entleerungshahn 1/2"	4	19,5	19,5
4.7	Ausdehnungsgefäß 25L und Wartungseinheit	1	85,8	85,8
4.8	Thermometer 0-120°C	3	7,8	7,8
4.9	Mano-Thermometer 0-3 bar, 0-120°C	2	52	52
4.10	Umwälzpumpe	1	369	369

4.11	Kompaktkugelhahn DN25	4	97,5	97,5
4.12	3-Wege-Mischer	1	201,5	201,5
	Summe		6840,37	7157,33
5	Gasdruckregelung			
5.1	Sicherheitsabsperrrventil SBC782, DN50	2	1546,33	1546,33
5.2	Regler Fior. Reflux DN50 PN70/4 2"	2	11632	12481
5.3	Sicherheitsabblaseventil VS/AM65TR 0,5-7,0 bar	2	221,13	221,13
	Summe		13399,46	14248,46
6	Messung	1		
6.1	Drehkolbengaszähler G400/ TRZ G650	1	3984	4944
6.2	Zählerpassstück		292	479
	Summe		4276	5423
7	Material Gas- und Wasserverrohrung	1	4342	4967
	Summe		4342	4967
8	MONTAGE, TRANSPORT, INSGEMEIN- U. ALLGEMEINKOSTEN			
8.1	Montage der Gesamtanlage	1	14434	16667
8.2	Dichtheitsprüfung/Abnahme, Beistellung eines Fachingenieurs	1	2418	2418
8.3	TÜV-Kosten für Erstbetriebsprüfung bauseits	1	879,6	879,6
8.4	Röntgenprüfungen	1	904	904
8.5	Grundierung und Deckanstrich	1	4068	4068
8.6	Beschilderung, Kennzeichnung	1	505,5	505,5
8.7	Dokumentation (Rohrbruch, Prüfplan, Atteste, Protokolle, etc.)	1	1666,95	1666,95
	Summe		24876,05	27109,05
9	Gebäude	1	33829	33829
	Summe		33829	33829
10	Bauaufsicht (intern) 40h*90€		3600	3600
	Gesamt		122068,37	131332,33

➤ Berechnung der Umrüstkosten

Filtervorwärmer	€ 22.000.-
Gasheizkessel	€ 3205,58.-
Interne Bauaufsicht (40h * 90€)	€ 3600.-
TÜV	€ 879,4.-
Röntgen	€ 904.-
Material u. Allgemeinkosten (Leistung extern, Material, usw.)	€ 15799,6.-
Gesamt	€ 46388.-



Berechnung der Mehrkosten in %

$$\frac{131332}{122068} * 100 = 107,59 \rightarrow \mathbf{7,59\%}$$

$$\frac{147193}{131332} * 100 = 112,07 \rightarrow \mathbf{12,07\%}$$

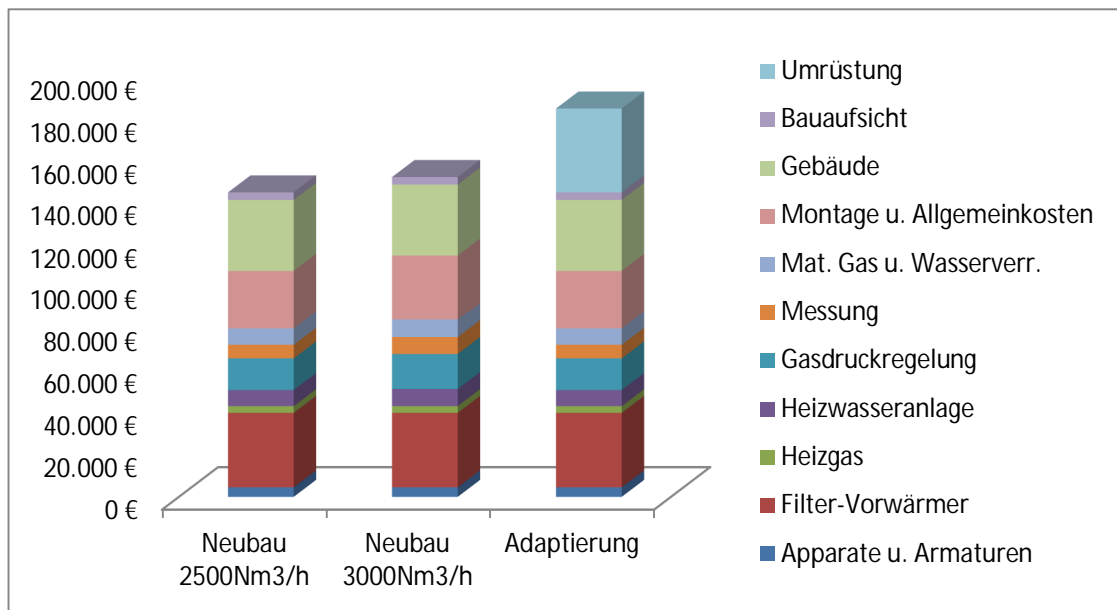
5.1.3 Leistungsverzeichnis (2500 – 3000Nm³/h)

Leistungsverzeichnis Mitteldruckstationen zweischienig				
Pos.			2500 Nm³/h	3000 Nm³/h
1	Apparate, Armaturen und Instrumente			
1.2	Kugelhahn 3", ANSI 600 RF	2	3400	3400
1.3	Kugelhahn 2", ANSI 600 RF	1	1137,5	1137,5
	Summe		4537,5	4537,5
2	Filter-Vorwärmer			
2.1	Filtervorwärmer 3" PN70/ANSI 600 RF, VF250/VF250	2	30000	30000
2.2	Zubehör Entleerung Boden	2	156	156
2.3	Zubehör Entleerung Haube	2	156	156
2.4	Zubehör Differenzdruckmessung	2	443	443
2.5	HD-Sicherheitsventil EO-15, PN70	2	55	55
2.6	Sicherheitsblaseventil 1"	2	55	55
2.7	Kugelhahn DN50, PN16	1	184,19	184,19
2.8	Blockkugelhähne DN25, PN100	2	43,75	43,75
2.9	Absperrklappe DN150/PN16 Fabr. Fiorentini	5	4039,75	4039,75
2.10	Blockkugelhähne DN13 PN100	9	37,5	37,5
2.11	Manometer 0-100 bar	3	65	65
2.12	Manometer 0-6 bar	3	45,5	45,5
2.13	Manometer 0-160 bar	2	59,8	59,8
2.14	Manometer-Absperrhahn	6	104	104
	Summe		35444,49	35444,49
3	Heizgas			
3.1	Heizgas-Gasdruckregler 1" Fiorentini FE25-L	2	3061,5	3061,5
3.2	Balgengaszähler RF1 G6 Einstützensausführung	2	130	130
3.3	Einrohrzähler Anschlusset	2	21,25	21,25
3.4	Gaskugelhahn 1"	2	8,75	8,75
	Summe		3221,5	3221,5
4	Heizwasseranlage			
4.1	Gasheizkessel 42kW/63kW	1	3633,84	4126,85
4.2	OPTION: Heizungsregler	0	712	750
4.3	Edelstahlkaminanlage	1	2243,75	2243,75
4.4	Kompaktkugelhahn DN50	5	143	143
4.5	Sicherheitsventil	2	42,9	42,9
4.6	Kessel-, Füll- und Entleerungshahn 1/2"	4	19,5	19,5
4.7	Ausdehnungsgefäß 25L und Wartungseinheit	1	85,8	85,8
4.8	Thermometer 0-120°C	3	7,8	7,8
4.9	Mano-Thermometer 0-3 bar, 0-120°C	2	52	52
4.10	Umwälzpumpe	1	369	369

4.11	Kompaktkugelhahn DN25	4	97,5	97,5
4.12	3-Wege-Mischer	1	201,5	201,5
	Summe		7608,59	8139,6
5	Gasdruckregelung			
5.1	Sicherheitsabsperrrventil SBC782, DN50	2	1546,33	1546,33
5.2	Regler Fior. Reflux DN50 PN70/4 2"	2	13273	14878
5.3	Sicherheitsabblaseventil VS/AM65TR 0,5-7,0 bar	2	272,4	272,4
	Summe		15091,73	16696,73
6	Messung	1		
6.1	Turbinenradgaszähler G650/G1000	1	5736	7228
6.2	Zählerpassstück	0	736	814
	Summe		6472	8042
7	Material Gas- und Wasserverrohrung	1	7836,45	8465,56
	Summe		7836,45	8465,56
8	MONTAGE, TRANSPORT,			
	INSGEMEIN- U. ALLGEMEINKOSTEN			
8.1	Montage der Gesamtanlage	1	17358	20350
8.2	Dichtheitsprüfung/Abnahme, Beistellung eines Fachingenieurs	1	2418	2418
8.3	TÜV-Kosten für Erstbetriebsprüfung bauseits	1	879,6	879,6
8.4	Röntgenprüfungen	1	904	904
8.5	Grundierung und Deckanstrich	1	4068	4068
8.6	Beschilderung, Kennzeichnung	1	505,5	505,5
8.7	Dokumentation (Rohrbruch, Prüfplan, Atteste, Protokolle, etc.)	1	1666,95	1666,95
	Summe		27800,05	30792,05
9	Gebäude	1	33829	33829
	Summe		33829	33829
10	Bauaufsicht (intern) 40h*90€		3600	3600
	Gesamt		145441,31	152768,43

➤ Berechnung der Umrüstkosten

Gasheizkessel	€ 4126,85.-
Regler	€ 14878. -
Zähler	€ 7228.-
Interne Bauaufsicht (40h * 90€)	€ 3600.-
TÜV	€ 879,4.-
Röntgen	€ 904.-
Material u. Allgemeinkosten (Leistung extern, Material, usw.)	€ 12442,4.-
Gesamt	€ 44058.-



Berechnung der Mehrkosten in %.

$$\frac{152768}{145441} * 100 = 105,04 \rightarrow \mathbf{5,04\%}$$

$$\frac{189499}{152768} * 100 = 124,04 \rightarrow \mathbf{24,04\%}$$

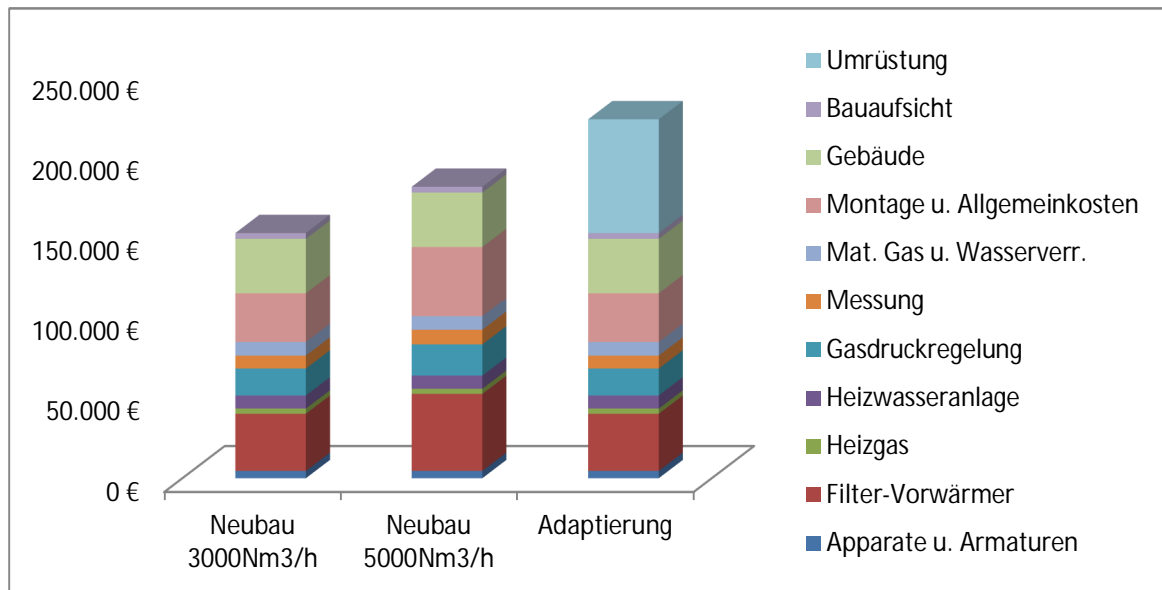
5.1.4 Leistungsverzeichnis (3000 – 5000Nm³/h)

Leistungsverzeichnis Mitteldruckstationen zweischienig				
Pos.			3000 Nm³/h	5000 Nm³/h
1	Apparate, Armaturen und Instrumente			
1.2	Kugelhahn 3", ANSI 600 RF	2	3400	3400
1.3	Kugelhahn 2", ANSI 600 RF	1	1137,5	1137,5
	Summe		4537,5	4537,5
2	Filter-Vorwärmer			
2.1	Filtervorwärmer 3" PN70/ANSI 600 RF, VF300/VF300	2	30000	42000
2.2	Zubehör Entleerung Boden	2	156	225
2.3	Zubehör Entleerung Haube	2	156	225
2.4	Zubehör Differenzdruckmessung	2	443	612
2.5	HD-Sicherheitsventil EO-15, PN70	2	55	55
2.6	Sicherheitsblaseventil 1"	2	55	55
2.7	Kugelhahn DN50, PN16	1	184,19	184,19
2.8	Blockkugelhähne DN25, PN100	2	43,75	43,75
2.9	Absperrklappe DN150/PN16 Fabr. Fiorentini	5	4039,75	4039,75
2.10	Blockkugelhähne DN13 PN100	9	37,5	37,5
2.11	Manometer 0-100 bar	3	65	65
2.12	Manometer 0-6 bar	3	45,5	45,5
2.13	Manometer 0-160 bar	2	59,8	59,8
2.14	Manometer-Absperrhahn	6	104	104
	Summe		35444,49	47751,49
3	Heizgas			
3.1	Heizgas-Gasdruckregler 1" Fiorentini FE25-L	2	3061,5	3061,5
3.2	Balgengaszähler RF1 G6 Einstutzenausführung	2	130	130
3.3	Einrohrzähler Anschlusset	2	21,25	21,25
3.4	Gaskugelhahn 1"	2	8,75	8,75
	Summe		3221,5	3221,5
4	Heizwasseranlage			
4.1	Gasheizkessel 63kW/63kW	1	4126,85	4126,85
4.2	OPTION: Heizungsregler	0	750	750
4.3	Edelstahlkaminanlage	1	2243,75	2243,75
4.4	Kompaktkugelhahn DN50	5	143	143
4.5	Sicherheitsventil	2	42,9	42,9
4.6	Kessel-, Füll- und Entleerungshahn 1/2"	4	19,5	19,5
4.7	Ausdehnungsgefäß 25L und Wartungseinheit	1	85,8	85,8
4.8	Thermometer 0-120°C	3	7,8	7,8
4.9	Mano-Thermometer 0-3 bar, 0-120°C	2	52	52
4.10	Umwälzpumpe	1	369	369

4.11	Kompaktkugelhahn DN25	4	97,5	97,5
4.12	3-Wege-Mischer	1	201,5	201,5
	Summe		8139,6	8139,6
5	Gasdruckregelung			
5.1	Sicherheitsabsperrrventil SBC782, DN50	2	1546,33	1546,33
5.2	Regler Fior. Reflux DN50 PN70/4 2"	2	14878	17535
5.3	Sicherheitsabblaseventil VS/AM65TR 0,5-7,0 bar	2	272,4	285,15
	Summe		16696,73	19366,48
6	Messung	1		
6.1	Turbinenradgaszähler G1000/G1600	1	7228	8213
6.2	Zählerpassstück		814	921
	Summe		8042	9134
7	Material Gas- und Wasserverrohrung	1	8465,56	5614
	Summe		8465,56	8465,56
8	MONTAGE, TRANSPORT, INSGEMEIN- U. ALLGEMEINKOSTEN			
8.1	Montage der Gesamtanlage	1	20350	32986
8.2	Dichtheitsprüfung/Abnahme, Beistellung eines Fachingenieurs	1	2418	2418
8.3	TÜV-Kosten für Erstbetriebsprüfung bauseits	1	879,6	879,6
8.4	Röntgenprüfungen	1	904	904
8.5	Grundierung und Deckanstrich	1	4068	4068
8.6	Beschilderung, Kennzeichnung	1	505,5	505,5
8.7	Dokumentation (Rohrbruch, Prüfplan, Atteste, Protokolle, etc.)	1	1666,95	1666,95
	Summe		30792,05	43428,05
9	Gebäude	1	33829	33829
	Summe		33829	33829
10	Bauaufsicht (intern) 40h*90€		3600	3600
	Gesamt		152768,43	181473,18

➤ Berechnung der Umrüstkosten

Filtervorwärmer	€ 42000.-
Turbinenradzähler	€ 8213.-
Interne Bauaufsicht (40h * 90€)	€ 3600.-
TÜV	€ 879,4.-
Röntgen	€ 904.-
Material u. Allgemeinkosten (Leistung extern, Material, usw.)	€ 14996,4.-
Gesamt	€ 70592,8.-



Berechnung der Mehrkosten in %

$$\frac{181473}{152768} * 100 = 118,79 \rightarrow \mathbf{18,79\%}$$

$$\frac{223361}{181473} * 100 = 123,08 \rightarrow \mathbf{23,08\%}$$

Statement:

Bei den Stationen mit den größeren Durchflussmengen, kann man deutlich erkennen, dass die Schere schon bei den Neubauten weiter auseinander geht. Umrüstarbeiten sind in solchen Fällen zu hinterfragen und genau zu durchleuchten. Hier ist es sinnvoller das Industriegebiet genau zu hinterfragen um eventuell schon größere Stationen zu errichten. In solchen Fällen kann es natürlich zu einem „worst – case“ kommen, indem die überdimensionierte Station nie gebraucht werden würde. Hier muss man als Unternehmen abwägen, gehe ich dieses Risiko ein oder nehme ich gegebenenfalls höhere Umrüstkosten in Kauf.

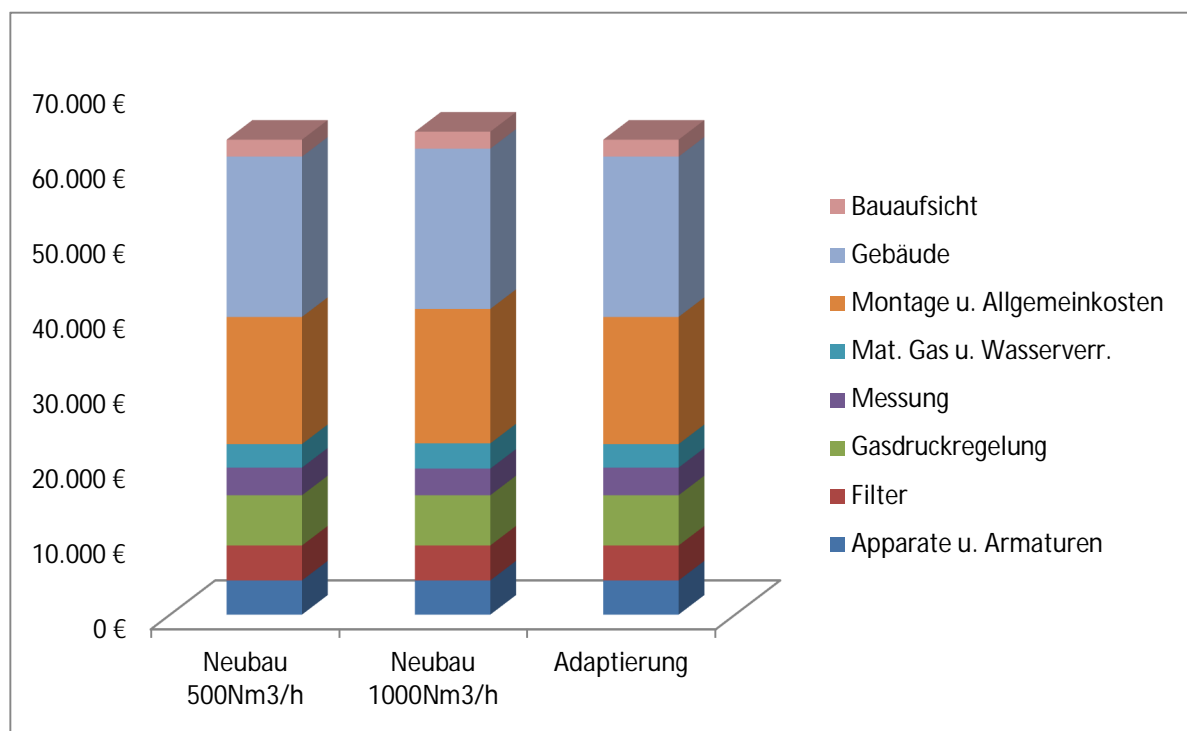
5.2 Niederdruck (Ausgangsdruck 0,08 bar)

5.2.1 Leistungsverzeichnis (500 – 1000Nm³/h)

Leistungsverzeichnis Niederdruckstationen zweischienig				
Pos.			500 Nm ³ /h	1000 Nm ³ /h
1	Apparate, Armaturen und Instrumente			
1.2	Kugelhahn 3", ANSI 600 RF	2	3401	3401
1.3	Kugelhahn 2", ANSI 600 RF	1	1137,5	1137,5
	Summe		4538,5	4538,5
2	Filter			
2.1.	Sicherheitsblaseventil 1"	2	55	55
2.2.	Kugelhahn DN50, PN16	1	184,19	184,19
2.3.	Blockkugelhähne DN25,	2	43,75	43,75
2.4.	Absperrklappe DN150/PN16 Fabr. Fiorentini	5	4039,75	4039,75
2.5.	Blockkugelhähne DN13	9	37,5	37,5
2.6.	Manometer 0-100 bar	3	65	65
2.7.	Manometer 0-6 bar	3	45,5	45,5
2.8.	Manometer 0-160 bar	2	59,8	59,8
2.9.	Manometer-Absperrhahn	6	104	104
	Summe		4634,49	4634,49
3	Gasdruckregelung			
3.1.	Sicherheitsabsperrventil SBC782, DN 50	2	1546,33	1546,33
3.2.	Regler Fior. Norval DN50 PN70/4 2"	2	5025	5025
3.3.	Sicherheitsabblaseventil VS/AM65TR 0,5-7,0bar	2	221,13	221,13
	Summe		6792,46	6792,46
4	Messung	1		
4.1.	DKZ G400/ TRZ G650	1	3671	3529
4.2.	Zählerpassstück	0		
	Summe		3671	3529
5	Material Gas- und Wasserverrohrung	1	3112	3346
	Summe		3112	3346
6	MONTAGE, TRANSPORT,			
	INSGEMEIN- U. ALLGEMEINKOSTEN			
6.1.	Montage der Gesamtanlage	1	8427	9390
6.2.	Dichtheitsprüfung/Abnahme, Beistellung eines Fachingenieurs	1	2418	2418
6.3.	TÜV-Kosten für Erstbetriebsprüfung bauseits	1	879,6	879,6
6.4.	Röntgenprüfungen	1	850	850
6.5.	Grundierung und Deckanstrich	1	2329	2329
6.6.	Beschilderung, Kennzeichnung	1	505,5	505,5
6.7.	Dokumentation (Rohrbruch, Prüfplan, Atteste, Protokolle, etc.)	1	1436	1436

	Summe		16845,1	17808,1
7	Gebäude	1	21362	21362
	Summe		21362	21362
8	Bauaufsicht intern		3600	3600
	Summe		3600	3600
	Gesamt		64555,55	65610,55

In diesem Fall fallen keine Umrüstkosten an, denn wie man bei der Mehrkosten Rechnung erkennen kann sind diese äußerst gering und auch die Niederdruckstationen mit 500Nm³/h sind ohne dies schon Auslaufmodelle.



Berechnung der Mehrkosten in %.

$$\frac{65610}{64555} * 100 = 101,63 \rightarrow \mathbf{1,63\%}$$

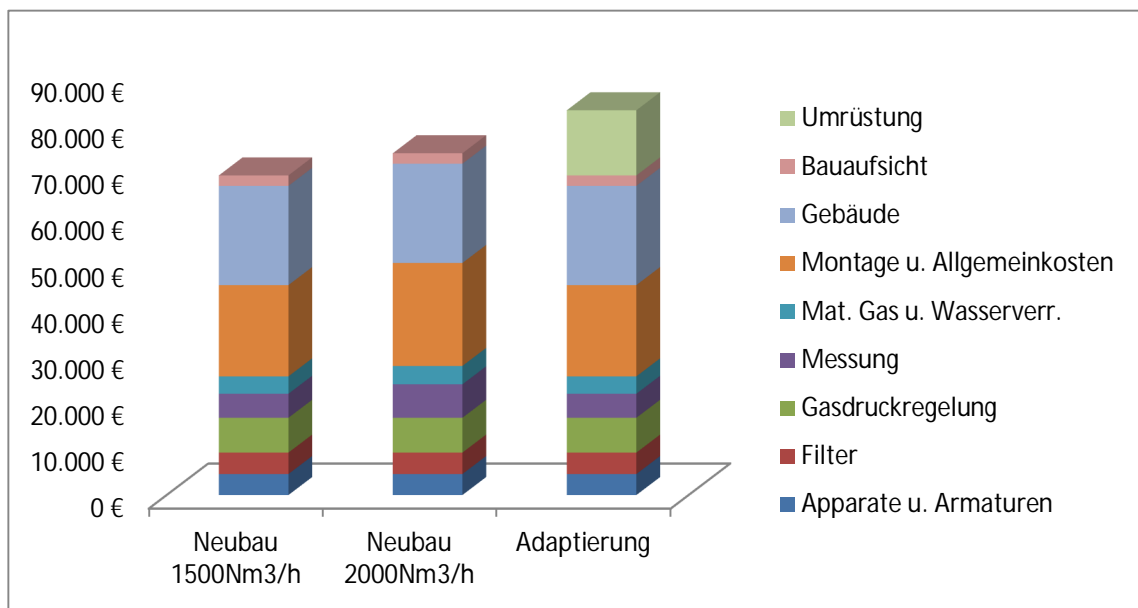
5.2.2 Leistungsverzeichnis (1500 – 2000Nm³/h)

Leistungsverzeichnis Niederdruckstationen zweischienig				
Pos.			1500 Nm ³ /h	2000 Nm ³ /h
1	Apparate, Armaturen und Instrumente			
1.2	Kugelhahn 3", ANSI 600 RF	2	3401	3401
1.3	Kugelhahn 2", ANSI 600 RF	1	1137,5	1137,5
	Summe		4538,5	4538,5
2	Filter			
2.1.	Sicherheitsblaseventil 1"	2	55	55
2.2.	Kugelhahn DN50, PN16	1	184,19	184,19
2.3.	Blockkugelhähne DN25,	2	43,75	43,75
2.4.	Absperrklappe DN150/PN16 Fabr. Fiorentini	5	4039,75	4039,75
2.5.	Blockkugelhähne DN13	9	37,5	37,5
2.6.	Manometer 0-100 bar	3	65	65
2.7.	Manometer 0-6 bar	3	45,5	45,5
2.8.	Manometer 0-160 bar	2	59,8	59,8
2.9.	Manometer-Absperrhahn	6	104	104
	Summe		4634,49	4634,49
3	Gasdruckregelung Beistellung Auftraggeber			
3.1.	Sicherheitsabsperrentil SBC782, DN50	2	1546,33	1546,33
3.2.	Regler Fior. Reflux 819/SB/DB DN50 PN70/4 2"	2	5751	5751
3.3.	Sicherheitsabblaseventil VS/AM65TR 0,5-7,0 bar	2	221,13	221,13
	Summe		7518,46	7518,46
4	Messung Beistellung Auftraggeber	1		
4.1.	Turbinenradgaszähler G1000/G1600	1	5192	7228
4.2.	Zählerpassstück			
	Summe		5192	7228
5	Material Gas- und Wasserverrohrung	1	3756	3971
	Summe		3756	3971
6	MONTAGE, TRANSPORT,			
	INSGEMEIN- U. ALLGEMEINKOSTEN			
6.1.	Montage der Gesamtanlage	1	11488	14003
6.2.	Dichtheitsprüfung/Abnahme, Beistellung eines Fachingenieurs	1	2418	2418
6.3.	TÜV-Kosten für Erstbetriebsprüfung bauseits	1	879,6	879,6
6.4.	Röntgenprüfungen	1	850	850
6.5.	Grundierung und Deckanstrich	1	2329	2329
6.6.	Beschilderung, Kennzeichnung	1	505,5	505,5
6.7.	Dokumentation (Rohrbruch, Prüfplan, Atteste, Protokolle, etc.)	1	1436	1436
	Summe		19906,1	22421,1
7	Gebäude	1	21362	21362

	Summe		21362	21362
8	Bauaufsicht intern		3600	3600
	Summe		3600	3600
	Gesamt		70507,55	75273,55

➤ Berechnung der Umrüstkosten

Turbinenradzähler G1600	€ 7228.-
Interne Bauaufsicht (40h * 90€)	€ 2250.-
TÜV	€ 879,4.-
Röntgen	€ 850.-
Material u. Allgemeinkosten (Leistung extern, Material, usw.)	€ 2814.-
Gesamt	€ 14021,6.-



Berechnung der Mehrkosten in %.

$$\frac{75273}{70507} * 100 = 106,76 \rightarrow \mathbf{6,76\%}$$

$$\frac{84528}{75273} * 100 = 112,3 \rightarrow \mathbf{12,3\%}$$

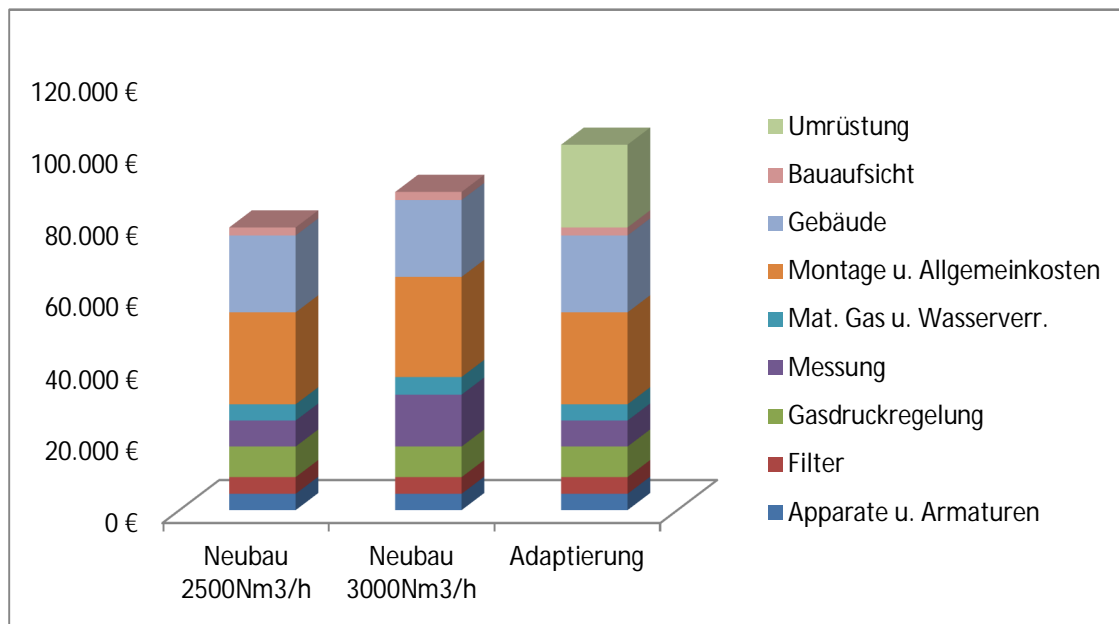
5.2.3 Leistungsverzeichnis (2500 – 3000Nm³/h)

Leistungsverzeichnis Niederdruckstationen zweischienig				
Pos.			2500 Nm ³ /h	3000 Nm ³ /h
1	Apparate, Armaturen und Instrumente			
1.2	Kugelhahn 3", ANSI 600 RF	2	3401	3401
1.3	Kugelhahn 2", ANSI 600 RF	1	1137,5	1137,5
	Summe		4538,5	4538,5
2	Filter			
2.1.	Sicherheitsblaseventil 1"	2	55	55
2.2.	Kugelhahn DN50, PN16	1	184,19	184,19
2.3.	Blockkugelhähne DN25,	2	43,75	43,75
2.4.	Absperrklappe DN150/PN16 Fabr. Fiorentini	5	4039,75	4039,75
2.5.	Blockkugelhähne DN13	9	37,5	37,5
2.6.	Manometer 0-100 bar	3	65	65
2.7.	Manometer 0-6 bar	3	45,5	45,5
2.8.	Manometer 0-160 bar	2	59,8	59,8
2.9.	Manometer-Absperrhahn	6	104	104
	Summe		4634,49	4634,49
3	Gasdruckregelung			
3.1.	Sicherheitsabsperrventil SBC782, DN50	2	1546,33	1546,33
3.2.	Regler Fior. Norval DN50 PN70/4 2"	2	6735	6735
3.3.	Sicherheitsabblaseventil VS/AM65TR 0,5-7,0 bar	2	221,13	221,13
	Summe		8502,46	8502,46
4	Messung	1		
4.1.	Turbinenradgaszähler G1600/G2500	1	7228	14430
4.2.	Zählerpassstück			
	Summe		7228	14430
5	Material Gas- und Wasserverrohrung	1	4512	4899
	Summe		4512	4899
6	MONTAGE, TRANSPORT,			
	INSGEMEIN- U. ALLGEMEINKOSTEN			
6.1.	Montage der Gesamtanlage	1	17411	19683
6.2.	Dichtheitsprüfung/Abnahme, Beistellung eines Fachingenieurs	1	2418	2418
6.3.	TÜV-Kosten für Erstbetriebsprüfung bauseits	1	879,6	879,6
6.4.	Röntgenprüfungen	1	850	850
6.5.	Grundierung und Deckanstrich	1	2329	2329
6.6.	Beschilderung, Kennzeichnung	1	505,5	505,5
6.7.	Dokumentation (Rohrbruch, Prüfplan, Atteste, Protokolle, etc.)	1	1436	1436
	Summe		25829,1	28101,1

7	Gebäude	1	21362	21362
	Summe		21362	21362
8	Bauaufsicht intern		3600	3600
	Summe		3600	3600
	Gesamt		80206,55	90067,55

➤ Berechnung der Umrüstkosten

Turbinenradzähler G2500	€ 14430. -
Interne Bauaufsicht (40h * 90€)	€ 2250.-
TÜV	€ 879,4.-
Röntgen	€ 904.-
Material u. Allgemeinkosten (Leistung extern, Material, usw.)	€ 3236.-
Gesamt	€ 22995,4.-



Berechnung der Mehrkosten in %.

$$\frac{90067}{80206} * 100 = 112,3 \rightarrow \mathbf{12,3\%}$$

$$\frac{103201}{90067} * 100 = 114,58 \rightarrow \mathbf{14,58\%}$$

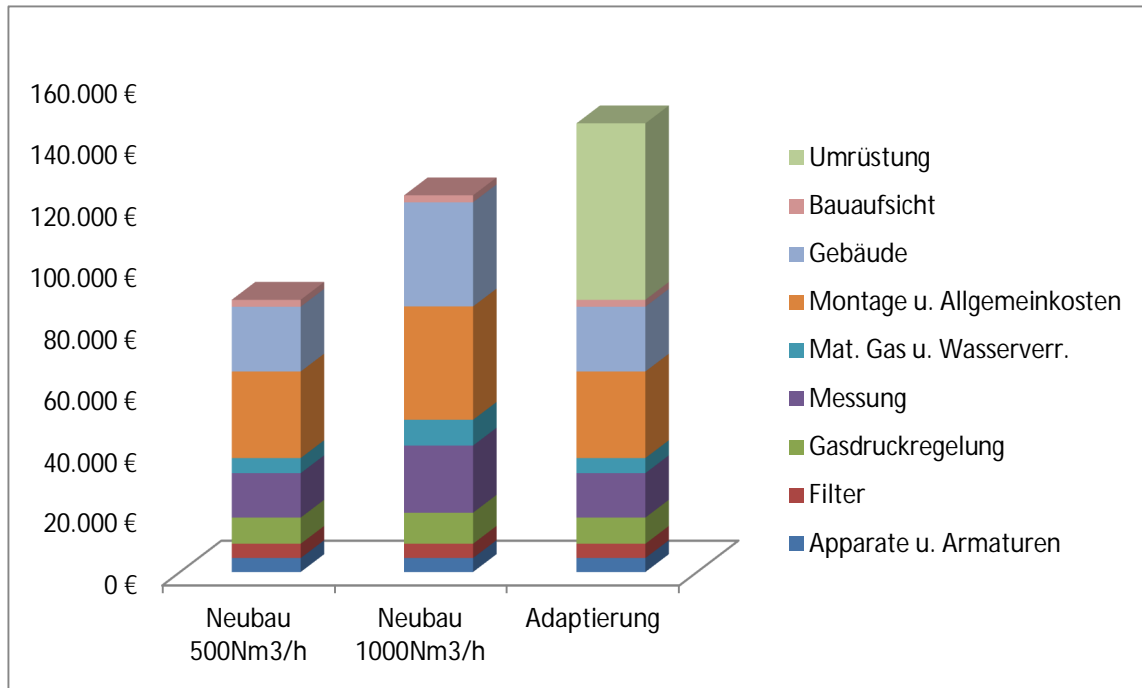
5.2.4 Leistungsverzeichnis (3000 – 5000Nm³/h)

Leistungsverzeichnis Niederdruckstationen zweischienig				
Pos.			3000 Nm ³ /h	5000 Nm ³ /h
1	Apparate, Armaturen und Instrumente			
1.2	Kugelhahn 3", ANSI 600 RF	2	3401	3401
1.3	Kugelhahn 2", ANSI 600 RF	1	1137,5	1137,5
	Summe		4538,5	4538,5
2	Filter			
2.1.	Sicherheitsblaseventil 1"	2	55	55
2.2.	Kugelhahn DN50, PN16	1	184,19	184,19
2.3.	Blockkugelhähne DN25,	2	43,75	43,75
2.4.	Absperrklappe DN150/PN16 Fabr. Fiorentini	5	4039,75	4039,75
2.5.	Blockkugelhähne DN13	9	37,5	37,5
2.6.	Manometer 0-100 bar	3	65	65
2.7.	Manometer 0-6 bar	3	45,5	45,5
2.8.	Manometer 0-160 bar	2	59,8	59,8
2.9.	Manometer-Absperrhahn	6	104	104
	Summe		4634,49	4634,49
3	Gasdruckregelung Beistellung Auftraggeber			
3.1.	Sicherheitsabsperrentil SBC782, DN50	2	1546,33	1546,33
3.2.	Regler Fior.Norval DN50 PN70/4 2"	2	6735	8316
3.3.	Sicherheitsabblaseventil VS/AM65TR 0,5-7,0 bar	2	221,13	221,13
	Summe		8502,46	10083,46
4	Messung Beistellung Auftraggeber	1		
4.1.	Turbinenradgaszähler G2500/ G4000	1	14430	21792
4.2.	Zählerpassstück			
	Summe		14430	21792
5	Material Gas- und Wasserverrohrung	1	4899	8368
	Summe		4899	8368
6	MONTAGE, TRANSPORT,			
	INSGEMEIN- U. ALLGEMEINKOSTEN			
6.1.	Montage der Gesamtanlage	1	19683	28712
6.2.	Dichtheitsprüfung/Abnahme, Beistellung eines Fachingenieurs	1	2418	2418
6.3.	TÜV-Kosten für Erstbetriebsprüfung bauseits	1	879,6	879,6
6.4.	Röntgenprüfungen	1	850	850
6.5.	Grundierung und Deckanstrich	1	2329	2329
6.6.	Beschilderung, Kennzeichnung	1	505,5	505,5
6.7.	Dokumentation (Rohrbruch, Prüfplan, Atteste, Protokolle, etc.)	1	1436	1436
	Summe		28101,1	37130,1

7	Gebäude	1	21362	33829
	Summe		21362	33829
8	Bauaufsicht intern		3600	3600
	Summe		3600	3600
	Gesamt		90067,55	123975,55

➤ Berechnung der Umrüstkosten

Turbinenradzähler G4000	€ 21792.-
Interne Bauaufsicht (40h * 90€) + Gebäude	€ 27050.-
TÜV	€ 879,4.-
Röntgen	€ 850.-
Material u. Allgemeinkosten (Leistung extern, Material, usw.)	€ 7505.-
Gesamt	€ 58076,4.-



Berechnung der Mehrkosten in %.

$$\frac{123975}{90067} * 100 = 137,65 \rightarrow \mathbf{37,65\%}$$

$$\frac{148143}{123975} * 100 = 119,49 \rightarrow \mathbf{19, \%}$$

5. Zusammenfassung

Die Ziele wurden in dieser Arbeit definiert und in Kapitel 5. Auch ausführlich behandelt. Man kann jetzt schon sagen, dass es sich im Mitteldruckbereich vor allem in den unteren Kapazitätsklassen durchaus bezahlt macht, leistungsstärkere Gasdruckregelanlagen zu errichten. Man muss im Vorfeld natürlich das Industriegebiet genau erkunden und schauen ob mit einem Zuwachs zu rechnen ist oder nicht. In ein Gebiet eine teurere Anlage zu errichten wo im Vorfeld schon klar ist, dass diese Kapazitäten nicht benötigt werden wäre äußerst unwirtschaftlich. Aber nicht nur den Vorteil von eher geringeren Mehrkosten sollte man berücksichtigen. Wenn man eine Anlage errichtet und diese immer auf Höchstbelastung fährt, werden natürlich schneller Reparaturarbeiten aber auch Instandhaltungsarbeiten notwendig. Laut der neuen ÖVGW Richtlinie GB 320 besteht ja die Möglichkeit den Wartungsintervall bei GDRA zu strecken, aber nur wenn alle geforderten Punkte auch eingehalten werden. Ein Punkt darin ist die Beanspruchung der Anlage. Wenn man also von Haus aus ein wenig mehr investiert, würde man sich auf Dauer sicher einiges ersparen können. Bei den Stationen mit höherem Leistungsanspruch muss natürlich genau überlegt werden, denn da sind die Anschaffungskosten zwischen zwei Anlagen doch deutlich zu spüren. In der Vergangenheit hat sich aber gezeigt, dass immer mehr Kunden dazu gewonnen werden konnten und darum ist es wichtig im Vorfeld schon das nötige Umfeld zu eruieren. Für das Unternehmen der „worst – case“ wäre natürlich wenn man immer nur leistungsstärkere Stationen errichtet und diese dann gar nie gebraucht werden würden. Im Gegenzug dazu aber wäre der „best – case“ die Investition in leistungsstärkere Stationen zu tätigen und innerhalb von ein paar Jahren würden in diesem Industriegebiet immer neue Kunden kommen, sodass diese Station auch auf Höchstbelastung betrieben werden kann. Wie in den meisten Fällen gilt es hier einen goldenen Mittelweg zu finden. Im Vorfeld die Industriestandorte genau durchleuchten und dann die richtige Entscheidung treffen.

Abschließend sei gesagt, dass die Gasnetz Steiermark GmbH schon jetzt mit dem Umdenken begonnen hat. Es ist nicht immer wirtschaftlich wenn man klein und billig baut, denn danach sind die Kosten meist um ein vielfaches höher.

LITERATURVERZEICHNIS

Bücher

Winnacker, Küchler: Chemische Technik, Energieträger, 5. Auflage, S. 13 ff

Handbuch: Energie Steiermark, 2013, S. 46

Günter Cerbe: Grundlagen der Gastechnik; Carl Hanser Verlag; München Wien 2004

Fachzeitschriften:

Special: Energiegespräche Ossiach, Eveline Steinberger-Kern, 2013, S.28

Österreichs Energie: Fachmagazin der österreichischen E-Wirtschaft, Barbara Schmidt, 2013, S.6

ÖVGW: Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, Basiswissen Gas, 2012, S.9

ÖVGW: Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, Anlagenbau, 2011, S.35

Internet:

Fiorentini. Produktpalette 2013. [Online] <http://www.fiorentini.com/>

Gasnetz Steiermark. <http://www.gasnetzsteiermark.at/de/leitungsnetz/>

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend. Energieversorgung, <http://www.bmwfj.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieversorgung/>